

a 站项目文档

项目小组 xx 小组

小组成员 宁志豪、何玉洁、刘苏云、代贝妮、吴华、陈海洪、叶涵予

联系方式

重庆师范大学软件工程系

摘要

面对综合视频平台内容泛娱乐化、垂直领域用户缺乏高质量互动与社区归属感的行业背景，本项目旨在为 16-28 岁 Z 世代的兴趣群体打造一个专注于二次元、科技等领域的垂直视频社区——A 站。项目目标是通过构建“高质量视频+实时弹幕+深度社群”的核心模式，解决内容消费者“找同好难”与创作者“分享渠道少”的双重痛点。

开发过程采用分阶段迭代策略：首阶段聚焦 PC 端，完成视频上传播放、弹幕互动、用户中心等最小可行产品；后续阶段逐步扩展社区功能与移动端。技术栈上，选用 C++/QML、JavaScript 与 MySQL 等成熟技术，确保开发效率与系统稳定性。

项目成果预期为一个具备独特社区文化、高用户粘性的兴趣平台，为内容生态与商业化奠定基础，具备较好的市场可行性与发展前景。

关键词：垂直视频社区，弹幕互动，Z 世代，兴趣社群，迭代开发

日期	修改	描述	作者
2025 年 9 月 5 号	0.1.0	初始版本，明确基本目标	
2025 年 10 月 16 号	0.1.2	进一步完善需求文档	
2025 年 10 月 19 号	0.2	对需求文档进行大改：愿景文档、需求金字塔、涉众分析、用况建模、基本流、备选流	
2025 年 10 月 30 日	0.2.1	更新文档结构	
2025 年 11 月 23 日	0.2.2	对用例进行大的修改	
2026 年 1 月 9 日	0.3	修改用况，架构和 uml 图只完成一个完整基本流	

目录

摘要.....2

1 立项.....6

1.1. 项目起源与提案.....6

1.1.1 解决需求与痛点.....6

1.1.2 捕捉机会.....6

1.1.3 商业价值驱动.....6

1.2. 项目提案.....6

1.2.1 发起方.....6

1.2.2 提案形式.....6

1.2.3 核心内容.....6

1.2.3.1 解决的问题：.....6

1.2.3.2 目标用户.....6

1.2.3.3 解决方案.....6

1.2.3.4 时机.....6

1.2.3.5 预期商业价值.....7

1.2.3.6 初步资源评估.....7

1.3. 项目可行性分析.....7

1.3.1 市场可行性.....7

1.3.2 选定的技术栈.....7

1.3.3 经济可行性.....7

1.3.4 运营可行性.....7

1.4. 项目 Business Case.....7

1.4.1 核心定位.....7

1.4.2 关键组成部分.....7

1.4.2.1 业务建模.....7

1.4.2.2 详细财务分析.....7

1.4.2.3 全面风险评估.....8

1.4.2.4 实施计划.....8

2 愿景.....9

2.1. 问题陈述与需求金字塔.....9

2.1.1 问题一.....9

2.1.2 问题二.....9

2.1.3 问题三.....10

2.1.4 问题四.....10

2.2. 涉众与用户.....10

2.2.1 涉众.....10

2.2.2 用户角色与画像.....11

2.3. 关键涉众和用户的需要.....12

2.3.1 视频消费者与互动者（如二次元爱好者）的需求.....12

2.3.2 内容创作者（UP 主）的需要.....12

2.3.3 审核员的需要.....12

2.3.4 系统管理员的需要.....13

2.4. 产品概述.....13

2.4.1 产品定位陈述.....13

2.4.2 完整的产品概述.....13

2.5. 产品特性（需求金字塔的底层，是为了满足用户需要的功能）.....14

2.6. 其他产品需求.....	14
3 用况建模.....	15
3.1. 术语表.....	15
3.2. a 站的主要用况.....	16
3.3. 各部分用况图以及简要用况和参与者描述.....	16
3.3.1 第一部分：视频消费与互动者.....	16
3.3.2 第二部分：up 主.....	17
3.3.3 第三部分：审核员.....	18
3.3.4 第五部分：系统管理员.....	18
3.4. 用况的详细描述.....	19
3.4.1 第一部分：视频消费与互动者用况.....	19
3.4.1.1 观看并互动视频.....	19
4 需求分析.....	22
4.1. 健壮性分析.....	22
4.1.1 UP 主.....	23
4.1.2 视频消费与互动者.....	23
4.1.3 审核员.....	24
4.1.4 系统管理员.....	25
4.2. 交互建模.....	25
4.2.1 UP 主.....	25
4.2.1.1 协作图.....	25
4.2.1.2 类图.....	26
4.2.2 视频消费与互动者.....	27
4.2.2.1 协作图.....	28
4.2.2.2 通讯图.....	30
4.2.2.3 类图.....	32
4.2.2.4 顺序图.....	33
4.2.2.5 状态机.....	36
4.2.3 审核员.....	37
4.2.3.1 协作图.....	37
4.2.3.2 类图.....	38
4.2.4 系统管理员.....	39
4.2.4.1 协作图.....	39
4.2.4.2 类图.....	40
4.3. 总体类图.....	42
5 架构设计.....	44
5.1. 设计目标与约束.....	44
5.1.1 设计目标.....	44
5.1.2 设计约束.....	44
5.2. 系统总体架构.....	44
5.2.1 架构概览图.....	44
5.2.2 核心服务划分.....	44
5.3. 分层架构设计.....	45
5.3.1 表现层.....	45
5.3.2 应用逻辑层.....	46
5.3.3 领域层.....	46

5.4. 子系统划分与职责.....	46
5.5. 架构部署.....	47
5.5.1 部署架构, 硬件, 全局资源与数据存储.....	47
5.5.1.1 部署架构设计.....	47
5.5.1.2 部署架构设计.....	48
5.5.2 性能评估.....	49
5.5.3 权衡优先级.....	49
5.5.4 指定复用计划.....	51
6 详细设计.....	56
6.1. 观看视频并互动用况详细类图.....	56
6.2. 软件控制策略、边界条件处理、并发性.....	58
6.2.1 软件控制策略.....	58
6.2.2 边界条件处理.....	59
6.2.3 并发性处理设计.....	60
6.3. 用况转化输入输出.....	62
6.3.1 视频消费与互动者用况.....	62
6.3.1.1 观看视频并互动.....	62
6.3.1.2 观看视频并互动.....	65
UI 层 – PrivateMessageUI.....	65
UI 层 – FriendCircleUI.....	66
Controller 层 – PrivateMessageController.....	66
Controller 层 – FriendCircleController.....	67
Model 层 – FriendCircle (实体类)	68
Model 层 – Auditor (实体类)	68
Model 层 – VerifiedUser (实体类)	69
Model 层 – PrivateMessage (实体类)	69
与其他正式交流数据库表.....	70
6.3.2 up 主用况.....	71
6.3.2.1 发布视频.....	71
6.3.2.2 管理视频.....	71
6.3.3 系统管理员用况.....	73
6.3.3.1 分析系统性能.....	73
6.3.4 系统管理员用况.....	75
6.3.4.1 更新系统.....	75
后记.....	81
参考文献.....	82

1 立项

1.1. 项目起源与提案

1.1.1 解决需求与痛点

外部需求：市场上综合视频平台内容泛娱乐化，垂直领域（二次元、硬核科技等）爱好者和深度创作者缺乏高质量互动环境与同好圈子，存在“社区归属感弱”的痛点。

用户痛点：内容消费者难以获得垂直领域高质量内容与实时互动体验，内容创作者缺少便捷分享渠道与公平流量机制。

1.1.2 捕捉机会

市场驱动：互联网视频内容消费持续增长，Z世代及年轻用户（16-28岁）对“深度互动+兴趣社区”需求旺盛，存在未被满足的细分市场空白。

战略驱动：布局视频社区赛道，通过“核心兴趣模块”构建差异化竞争力，为未来拓展直播、电商、游戏等商业化模块奠定基础。

1.1.3 商业价值驱动

增收：短期通过基础功能积累用户，长期可通过会员、直播打赏、创作者激励等模块直接创造收入，同时提升用户留存间接促进商业价值增长。

增效：通过自动化内容审核、云服务器存储与管理，替代部分人工操作，降低平台运营成本；借助协同工具提升团队开发与运营效率。

1.2. 项目提案

1.2.1 发起方

由我们七人团队发起。

1.2.2 提案形式

结合“business case”，明确项目愿景、目标、功能模块与实施路径，而非单一原型。

1.2.3 核心内容

1.2.3.1 解决的问题：

垂直领域用户“缺高质量内容、缺互动、缺归属感”，创作者“缺工具、缺流量、缺反馈”的双重痛点。

1.2.3.2 目标用户

核心为16-28岁学生与年轻上班族（内容消费者）、平台生态基石的内容创作者（UP主）。

1.2.3.3 解决方案

打造以“兴趣模块”为核心的视频社区，核心功能涵盖视频上传/播放/弹幕互动、创作者后台、用户中心，分三阶段落地（首阶段聚焦电脑端核心功能，后续拓展手机端）。

1.2.3.4 时机

当前视频内容消费增长，细分市场需求未被满足，先发布局电脑端可快速验证需求，抢占“垂直社区”赛道先机。

1.2.3.5 预期商业价值

短期积累核心用户与创作者，中期通过会员、直播等实现增收，长期构建“内容+社区+商业化”生

态，提升市场份额。

1.2.3.6 初步资源评估

技术栈确定为后端 C++/QML/JavaScript、前端 QML、云数据库 MySQL、云服务器、云存储；人力为 7 人团队，分阶段投入开发，首阶段聚焦最小可行产品（电脑端核心功能）。

1.3. 项目可行性分析

1.3.1 市场可行性

目标用户（Z 世代）对弹幕互动、兴趣社区接受度高，且细分市场竞争压力较小，需求真实存在；电脑端用户基数稳定，先开发电脑端可覆盖核心办公、居家使用场景。

1.3.2 选定的技术栈

（C++、MySQL、Socket 等）成熟，电脑端核心功能（视频播放、弹幕、基础审核）无技术壁垒，可依托云服务器实现快速部署。

1.3.3 经济可行性

首阶段仅开发电脑端，暂不涉及手机端与高级算法，成本可控；长期可通过会员、直播等模块实现盈利，ROI（投资回报率）具备增长潜力。

1.3.4 运营可行性

审核员、管理员角色分工明确，基础审核流程与用户运营机制清晰，可支撑电脑端初期平台运转。

1.4. 项目 Business Case

1.4.1 核心定位

1.4.2 关键组成部分

1.4.2.1 业务建模

现状分析：用流程图呈现当前“垂直领域用户分散、创作者分享难”的痛点，例如“用户找垂直内容→浏览泛娱乐平台→无法精准匹配”的低效流程，可视化痛点所在；同时体现“电脑端仍是部分用户（如学生、办公族）观看长视频、创作内容的主要场景，却缺乏专属垂直社区”的现状缺口。

未来设计：通过新业务模型图展示“用户（电脑端）→兴趣频道→精准内容→弹幕互动→关注创作者”的高效流程，以及“创作者（电脑端）→便捷上传→审核→流量分发→粉丝互动”的闭环，直观呈现解决方案。

工具应用：基于“商业模式画布”9 大模块构建逻辑，例如“客户细分”为 16-28 岁垂直领域用户与创作者，“价值主张”为“电脑端优质体验+弹幕互动+兴趣社区+创作者友好工具”，“收入来源”短期为会员，长期拓展直播打赏等。

1.4.2.2 详细财务分析

成本：首阶段（电脑端开发）云服务器租赁、人力开发成本；中期（手机端迭代）额外开发与适配成本；长期（功能拓展）运营与维护成本。

收益：量化会员付费、直播打赏等收入预期，计算 ROI 与投资回收期，例如“预计电脑端上线 1 年用户达 x 万，会员转化率 x%，单会员年费 x 元，年会员收入 x 万；手机端上线后用户规模预计提升 x%，收入同步增长”。

1.4.2.3 全面风险评估

风险类型：技术风险（弹幕屏蔽算法实现难度）、市场风险（电脑端用户留存不及预期）、合规风险（内容审核疏漏）、迭代风险（电脑端与手机端数据同步问题）。

缓解策略：技术风险通过“先基础屏蔽功能，后迭代算法”解决；市场风险通过“聚焦核心垂直领域+电脑端专属活动”提升粘性；合规风险通过“人工审核+关键词自动检测”规避；迭代风险通过“统一数据接口设计”确保多端数据互通。

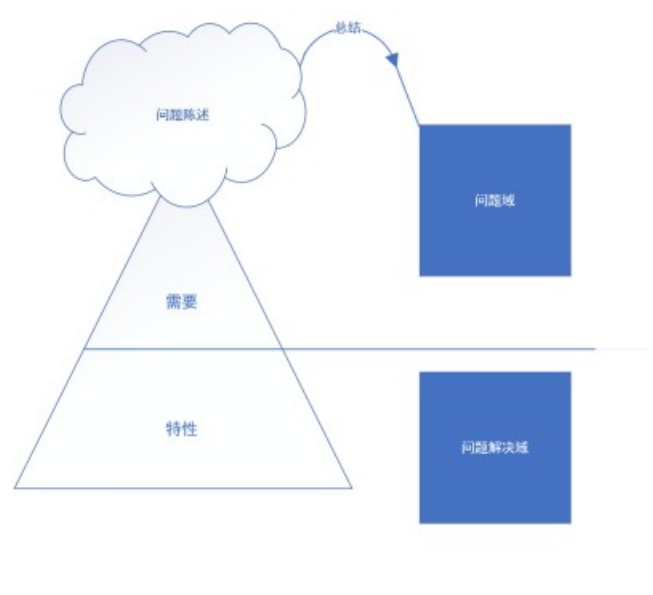
1.4.2.4 实施计划

时间线：首阶段（8个月-1年）完成电脑端核心功能（视频上传/播放、弹幕、基础审核、用户中心）；第二阶段上线电脑端社区系统（评论、关注、动态）；第三阶段开发手机端，同步推进付费与直播功能。

资源需求：首阶段需7人团队（开发、测试、运营），云服务器（腾讯云），MySQL云数据库，云存储等；手机端开发阶段需额外补充移动端开发人力。

2 愿景

2.1. 问题陈述与需求金字塔



2.1.1 问题一

要素	描述
问题	内容消费者缺乏能进行高质量欣赏和实时互动、方便联系同好的平台。
影响	难以在社区中找到契合自身兴趣的高质量内容与互动场景，无法充分满足文化消费需求，对社区的参与感和融入感较低。
结果	可能逐渐减少在该社区的停留时间，甚至放弃使用该社区，转而寻找其他能更好满足需求的平台，导致社区用户流失。
优点	用户能在社区中获得丰富、优质且符合兴趣的内容，通过实时互动与同好深入交流，增强对社区的认同感和归属感，提高用户粘性和活跃度，促进社区文化的繁荣发展。

2.1.2 问题二

要素	描述
问题	内容创造者缺少社区对应的分享平台来分享个人见解或展示自己、寻找同好的渠道。
影响	创作内容缺乏有效的展示和传播途径，难以吸引目标受众，创作动力可能受挫，且难以与同领域创作者交流合作，限制创作水平的提升。
结果	部分创作者可能因缺乏发展机会而减少创作频率或放弃在该社区创作，导致社区优质内容供给不足，内容多样性受限，影响社区的整体吸引力。
优点	创作者拥有专属且高效的分享平台，能够精准触达目标受众，获得更多反馈和支持，激发创作热情，提升创作质量。同时，便于与同好交流，促进创作思路的拓展

	和创新，为社区带来丰富多样的优质内容。
--	---------------------

2.1.3 问题三

要素	描述
问题	平台审核员面对海量用户生成内容，缺乏高效、精准且标准统一的工具与方法来确保内容安全与合规。
影响	审核效率低下，导致违规内容不能及时处理，影响社区内容质量；尺度把握不一，可能造成对合规内容的误判或对违规内容的放纵，引发用户不满，损害社区公平性和公信力。
结果	审核员工作压力大，可能出现职业倦怠，导致审核团队不稳定；社区内容安全问题频发，影响用户体验，降低用户对社区的信任度，甚至可能面临监管风险。
优点	审核员借助高效、精准且标准统一的工具与方法，能够快速准确地处理海量内容，提高审核效率和质量，确保内容安全与合规。减轻工作压力，提升工作满意度和审核团队的稳定性，维护社区的良好秩序和公平环境，增强用户对社区的信任。

2.1.4 问题四

要素	描述
问题	系统管理员支撑高并发、强交互的视频社区平台时，缺乏对系统全局健康状况、用户权限和数据资源的集中、可视化管理能力。
影响	难以实时掌握系统运行状态，不能及时发现和解决系统故障，影响平台的稳定性和可用性；用户权限管理混乱，可能导致数据泄露、非法操作等安全问题；数据资源管理分散，不利于数据的整合和利用，影响平台的决策和发展。
结果	平台频繁出现故障，影响用户体验，导致用户流失；安全事件频发，损害平台声誉，面临法律风险和经济损失；数据资源无法有效利用，影响平台的业务创新和竞争力提升。
优点	系统管理员通过集中、可视化的管理界面，能够实时监控系统全局健康状况，及时发现并解决系统问题，确保平台的稳定运行。精准管理用户权限，保障数据安全，防止安全事件发生。有效整合和利用数据资源，为平台的决策和发展提供有力支持，提升平台的竞争力和可持续发展能力。

2.2. 涉众与用户

2.2.1 涉众

涉众	涉众类型	简要描述
----	------	------

视频消费与互动者（观看视频的人）	Users(用户们) ->主要服务对象，系统的主要使用者	获取高质量、感兴趣的内容（如动画、游戏、知识等）；流畅的播放与弹幕互动体验；个性化的内容推荐；强烈的社区归属感
Up主（内容创作者）		便捷的视频上传、管理和数据分析工具；公平的流量分发与变现机制（如创作激励）；与粉丝的有效互动渠道；良好的社区氛围以支持持续创作
审核员/内部运营人员/		高效的内容审核工具与明确的规范，以维护社区氛围与安全；丰富的后台数据以支持运营决策
投资人/股东/甲方（假定，实际上没有）	Sponsors(发起人) ->我们七人	他们往往关注视频平台的用户增长情况，市场份额盈利情况和商业回报等内容
业务经理这类人		分析平台在我们视频行业的独特定位和优势，从而指导开发出更适应市场的平台
包括开发，测试，运维->我们七人	Developers(开发人员)	我们关注的是一个清晰，稳定的产品需求和技术方案；合理的愿景开发周期；以及可维护可扩展的系统架构
内部监管机构（审核员）	Authorities(权威)	平台可以审核通关的内容应该符合法律法规，特别是版权和青少年保护什么的
领域专家（假定，实际上多半没有，对于社区文化的研究者）		他负责保证我们项目可以保持独特的社区文化模块（比如二次元社区，弹幕文化等），用于体现我们项目的核心价值
消费者（购买大会员或者推流的人，或者买直播打赏道具的人->暂定）	Customers(客户)	他负责保证我们项目可以保持独特的社区文化模块（比如二次元社区，弹幕文化等），用于体现我们项目的核心价值

2.2.2 用户角色与画像

角色	核心特征与目标	核心需求
----	---------	------

普通用户	视频消费与互动者	1. 流畅地搜索和发现感兴趣的视频。 2. 通过弹幕、评论、点赞与他人互动。 3. 关注 UP 主，形成自己的信息流。 4. 管理自己的收藏夹和观看历史
UP 主	内容创作者，平台生态核心，已注册用户的泛化	1. 便捷地上传、管理和发布视频。 2. 获得清晰的数据反馈（播放量、粉丝数等）。 3. 与粉丝进行有效互动（评论、动态）
审核员	内部运营人员，内容安全守护者	1. 高效地审核用户上传的视频、评论、弹幕。 2. 对违规内容进行便捷处理（通过/驳回/封禁）。 3. 有明确的审核标准和操作指南
系统管理员	最高权限管理者	1. 管理所有用户和角色权限。 2. 配置系统全局参数。 3. 监控系统健康状况和数据报表

2.3. 关键涉众和用户的需要

2.3.1 视频消费者与互动者（如二次元爱好者）的需求

高质量内容获取：系统能够轻松发现并观看符合自身兴趣的高质量视频内容，满足娱乐、学习或深度文化消费的需求。

实时互动与归属感：在观看视频时，能通过弹幕、评论等方式与他人进行实时互动，感受“一起看”的陪伴感，并基于兴趣找到同好，建立强烈的社区归属感。

个性化体验：系统可以获得根据个人喜好定制的推荐内容，减少信息过载，提升内容发现的效率和愉悦感。

2.3.2 内容创作者（UP 主）的需要

便捷的创作与分享：系统拥有简单易用的工具来创作、上传和管理视频内容，并能轻松地将自己的见解或作品分享给目标受众，找到知音。

有效的反馈与成长：系统反馈清晰的播放量、粉丝增长、互动数据等反馈，以便让 up 主了解内容效果、优化创作方向，并建立个人影响力。

与粉丝深度互动：系统能够方便地让 up 主与粉丝进行交流（如回复评论、发布动态），维护和壮大自己的粉丝社群。

2.3.3 审核员的需要

高效与精准的审核：系统在面对海量内容时，能快速、准确地对视频、弹幕、评论进行合规性判断，显著提升审核效率，降低工作压力。

标准统一与决策支持：审核过程中有清晰、统一的规范和工具支持，确保审核尺度一致，减少误判和争议。

2.3.4 系统管理员的需要

系统稳定与可视化管理：系统能够全面监控平台运行状态（如服务器健康度、流量峰值），快速定

位并处理问题，确保平台的高可用性和稳定性。

安全与可控的资源管理：系统具备强大的用户权限管理和数据资源控制能力，防止安全事件，保障平台和数据的安全有序。

2.4. 产品概述

2.4.1 产品定位陈述

for	<p>核心用户：16-28 岁学生/年轻上班族（二次元、科技、知识领域爱好者）</p> <p>细分群体：</p> <p>内容消费者（追求互动与归属感）</p> <p>UP 主（需要创作工具与流量支持）</p> <p>审核员/系统管理员（保障内容安全与平台稳定）</p>
who	<p>平台角色：</p> <p>兴趣社区连接者（弹幕+社群驱动）</p> <p>创作生态赋能者（工具+数据支持）</p> <p>内容安全守护者（审核+合规）</p> <p>价值主张：</p> <p>对消费者：实时互动+个性化推荐</p> <p>对创作者：公平流量+变现支持</p>
the	<p>产品定位：</p> <p>以特定兴趣（如二次元、科技）为核心，集高质量视频、弹幕互动、深度社群于一体的垂直类视频社区平台，满足 Z 世代文化认同与深度互动需求。</p>
That	<p>差异化优势：</p> <p>独特的弹幕文化（实时集体观看氛围）</p> <p>强社区归属感（兴趣标签+社群）</p> <p>创作者友好（简洁上传+数据反馈）</p> <p>垂直领域聚焦（避免泛娱乐化竞争）</p>

2.4.2 完整的产品概述

a 站是一款聚焦 Z 世代（16-28 岁）的垂直兴趣视频社区，以二次元、科技、知识等细分领域为核心，通过“高质量视频+实时弹幕+深度社群”模式，打造兼具娱乐性与文化归属感的兴趣聚集地。

目标用户涵盖内容消费者（追求互动与同好社群）、UP 主（需要创作工具与流量支持）及运营方（审核员、系统管理员）。消费者可通过智能推荐获取个性化内容，利用弹幕实时互动，并加入兴趣标签社群；UP 主可便捷上传视频、分析数据并获得创作激励；运营方则通过 AI+人工审核保障内容安全。

核心功能包括：

视频消费：多端观看、弹幕互动、智能推荐；

创作支持：一键上传、数据分析、收益分成；

社群运营：兴趣标签匹配、动态广场、私信互动；

管理保障：内容审核、青少年模式。

差异化优势在于：

弹幕文化：实时互动形成集体观看氛围，增强参与感；

社区属性：通过标签与社群构建深度连接，避免泛娱乐化；

创作者友好：简化流程、透明数据、公平流量，降低创作门槛；

垂直聚焦：深耕细分领域，精准满足用户需求。

发展愿景：短期积累 xxx 核心用户，签约 xxx 优质 UP 主；长期成为国内领先垂直兴趣社区，覆盖 xxx 用户，拓展电商、IP 衍生等增值服务，构建“内容-互动-变现”生态，实现可持续增长。

2.5. 产品特性（需求金字塔的底层，是为了满足用户需要的功能）

对于内容消费者：可以提供智能推荐，比如经常点击哪个板块，还可以提供弹幕系统和聊天系统，增加内容消费者的参与程度，还可以添加点赞收藏评论功能，方便用户重复播放和分享个人观点或者吐槽，同时还可以关注 up 主，形成个人的动态视频流

对于 up 主（内容创作者）：可以提供视频上传工具，还可以分析视频的数据的工具进行反馈浏览，以及稿件的管理，封面与标题优化的建议，还有和粉丝互动的渠道，比如私信或者评论回复

对于审核员：应该有一个方便审核员审核的队列方便他驳回或者通过，并且可以添加驳回理由。或者可以的话实现一个内容详情的预览，方便审核是否违规或者插入自动检测屏蔽词自动驳回功能。

对于系统管理员：应该提供全局用户管理（封禁解封）以及系统的参数配置，云服务器情况，以及系统监控的仪表盘，数据的汇报情况导出或者展示功能

2.6. 其他产品需求

性能需求：

首页首屏加载时间 < 3 秒。

视频播放点击后开始缓冲时间 < 5 秒

安全性需求：

用户密码需进行处理后存储

敏感操作（如修改密码）需二次验证

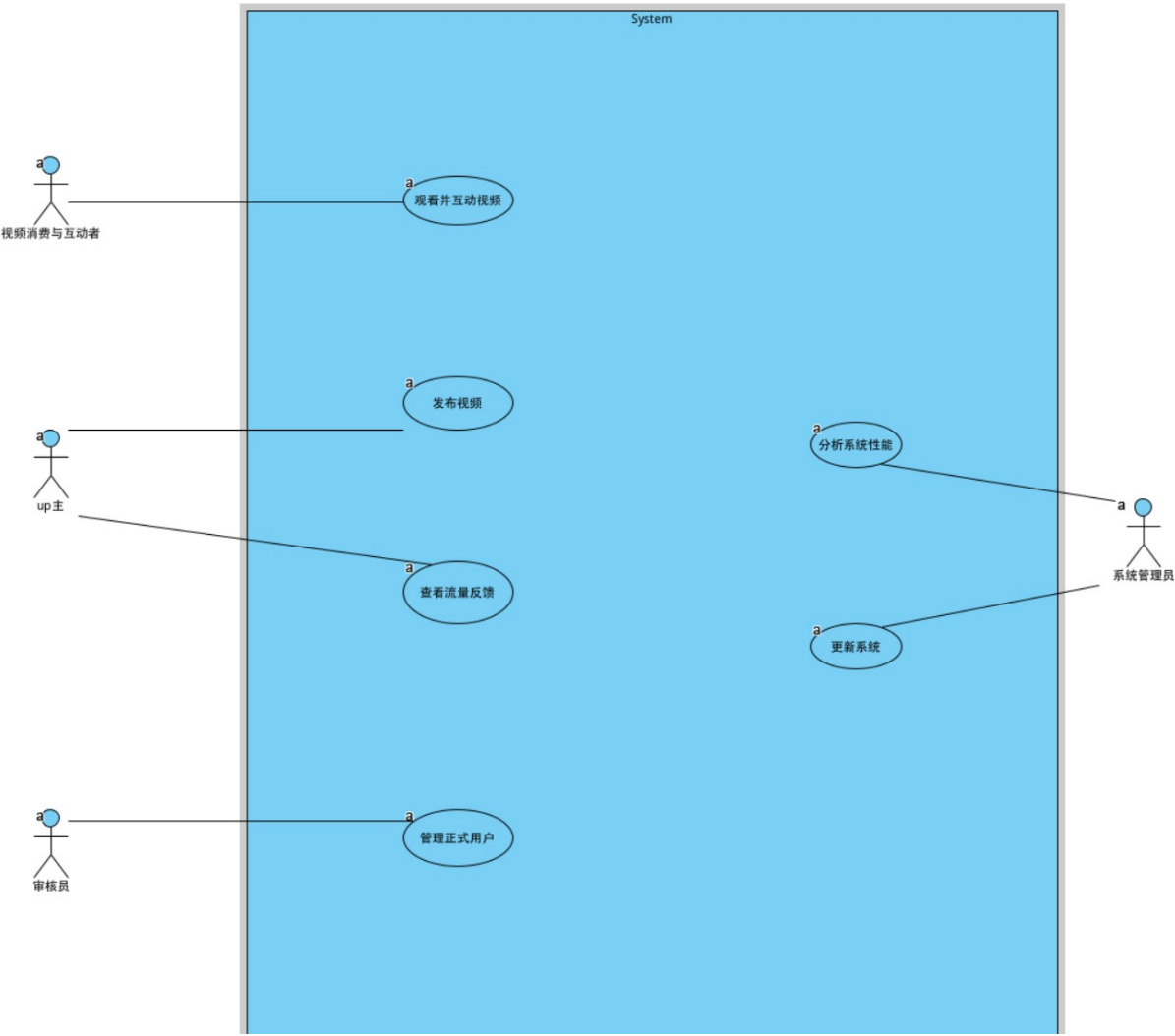
可用性需求：

界面设计简洁直观，符合目标用户群体的审美

操作流程符合直觉，新用户无需培训即可完成核心操作（看视频、发弹幕）

[illegible]

3.2. a 站的主要用况



3.3. 各部分用况图以及简要用况和参与者描述

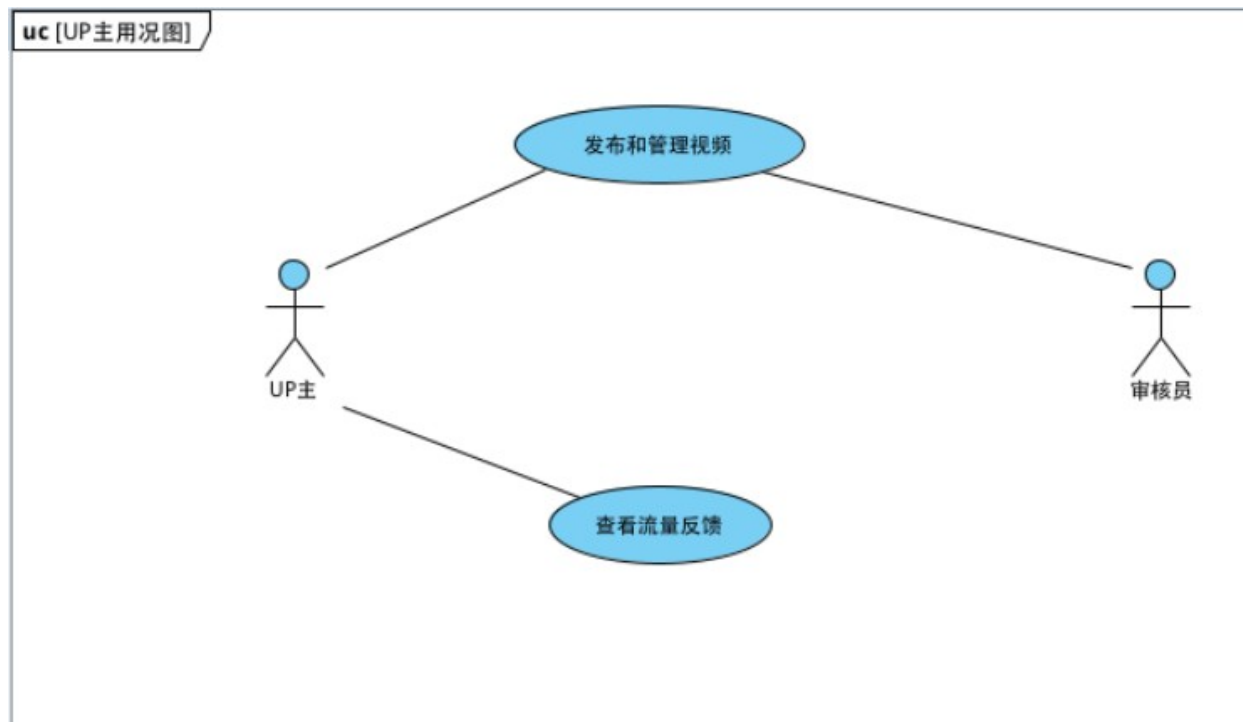
3.3.1 第一部分：视频消费与互动者



视频消费与互动者：视频消费与互动者是负责观看视频和与视频进行互动的人。

观看并互动视频：系统向视频消费与互动者提供了观看视频和与视频互动的功能，与视频互动包括了很多小功能，比如点赞，投币，收藏分享，关注和评论以及回复的功能。

3.3.2 第二部分：up 主

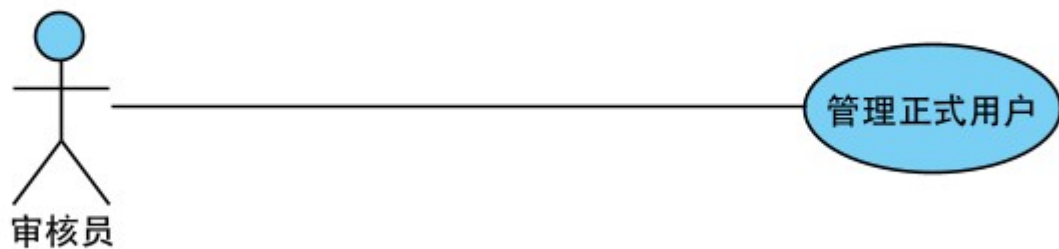


up 主（内容创作者）：up 主是为了凸显 up 主和区别视频消费与互动者的参与者，他主要是分享视频到系统。

发布和管理视频：系统向 **up 主** 提供了可以上传视频的功能，系统验证视频格式并处理上传，视频进行审核成功后将推送到主界面，也提供了管理视频的功能，可以管理评论区，视频简介以及视频合集。

查看流量反馈：系统向 **up 主** 提供了一系列的流量反馈机制，比如查看视频被投币数量，被点赞数，视频播放量等，还可以根据各项数据反馈激励资金等。

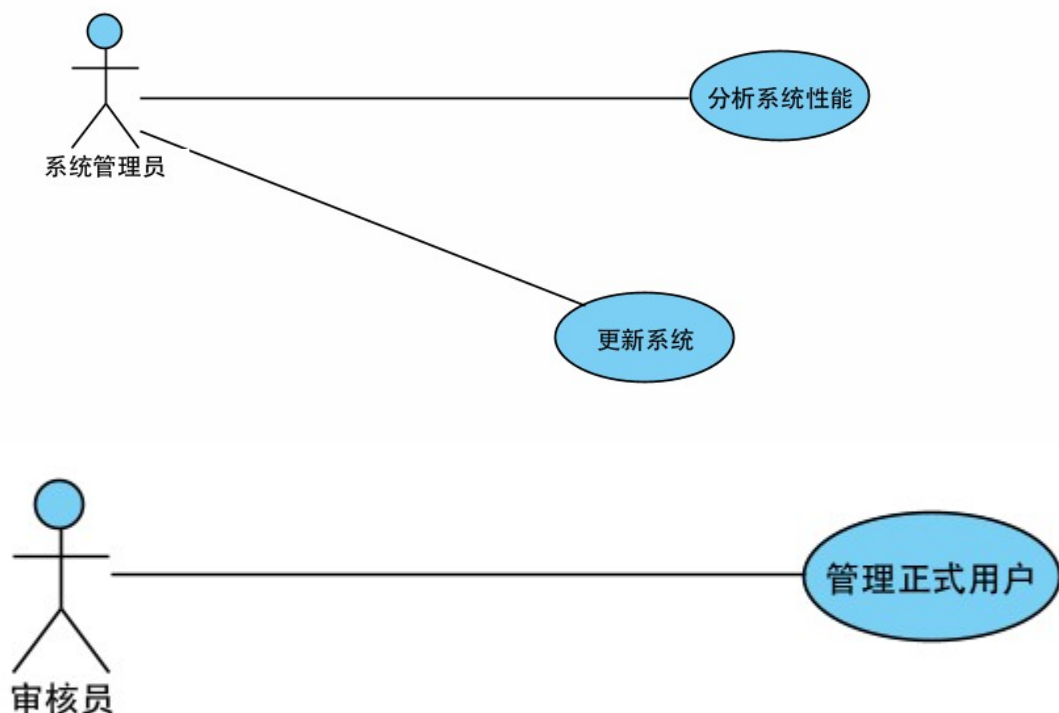
3.3.3 第三部分：审核员



审核员：审核员是负责审核正式用户所发出的各种各样的内容（包括弹幕评论，视频内容，视频，动态）的人，拥有着驳回和同意视频或动态上传到首页或者动态朋友圈，删除评论或者弹幕的权力。

管理正式用户：管理正式用户的视频本身和视频的描述，决定通过或者驳回视频发布;管理视频的弹幕和评论，移出违规内容;管理正式用户的账户，处理违规行为，决定封禁或者解除封禁。

3.3.4 第五部分：系统管理员



系统管理员：是负责整个系统的最高权限人，可以拥有配置系统全局参数的权限。

更新系统：系统管理员执行预定的更新流程，将更新的内容进行封装更新并发布。

分析系统性能：系统管理员分析系统性能，通过登录监控平台进行日常巡检，审视用户体验、应用服务、数据及基础设施等各层级的核心指标。

3.4. 用况的详细描述

3.4.1 第一部分：视频消费与互动者用况



3.4.1.1 观看并互动视频

观看并互动视频基本流：

参与者：视频消费与互动者

前置条件：1.参与者视频消费与互动者的用户设备与互联网连接正常。

2.参与者视频消费与互动者参与互动需要已登录并通过身份验证。

3.视频资源在系统中必须存在且可访问。

后置条件：1.视频的观看次数已更新。

2.参与者视频消费与互动者的互动数据（比如点赞，评论等）已持久化存储，并关联到对应视频。

3.参与者视频消费与互动者的观看历史已经刷新，包含本次观看视频并互动的详细信息（比如视频的id,视频的观看时长，观看时间等信息）。

4.系统日志中已记录用况的执行摘要（包括任何错误代码）。

基本流：

1.当参与者**视频消费互动者**进入系统后，用况启动。

{搜索视频}

{登录系统}

2.系统将会加载首页的推荐页下的视频列表，视频列表的视频将会显示视频的封面和名字，up主头像，名字和播放量。

3.参与者点击推荐页下的视频列表。

4.系统将加载视频页的基本信息：

·左上角的回到主页按钮，右上角的最小化，最大化，退出按钮。

·左侧的视频区域，右侧的互动区域

·左侧的视频下方区域将显示播放/暂停，当前时长/总时长以及对应的视频进度条，弹幕开关按钮和弹幕设置按钮和发送弹幕的对话框，分辨率设置，视频播放倍数，视频页设置和音量以及全屏按钮。

·右侧互动区域分成两个板块：简介和评论区。

简介区将显示up主头像以及名称和粉丝数，以及关注按钮，下方将会显示视频播放，评论数量以及视频发布时间和可以点击展开按钮展开视频简介。下方将显示点赞，投币，收藏，缓存，分享等按钮以及下面会推荐视频。

评论区将显示输入评论的评论框和发送按钮，以及每个人的评论列表和对评论的回复列表，评论和回复列表都会显示对应的头像，名字，评论时间，评论内容，点赞数，点踩数。

5.系统加载完毕后会自动播放视频并记录视频播放量+1。

{视频控制}

6.系统将会记录参与者看的对应视频。

7.参与者点击视频右侧互动区域进行互动操作：

前置条件：参与者必须进行登陆之后才可以进行互动行为

7.1 参与者进行点赞操作：系统将会记录是哪个参与者给对应视频点赞，并显示点赞数量+1,点赞图标显示变红，如果再次点击将会取消点赞，系统记录取消点赞行为，点赞数量-1,点赞图标变黑。

7.2 参与者进行投币操作：系统将会记录是哪个参与者给对应视频投币，并显示投币数量+1,可以多次投币，系统首先会检测参与者的硬币数量是不是大于1,系统记录每一次的投币信息，不可取消投币。并且每次投币会将参与者的硬币数-1.

7.3 参与者进行收藏操作：系统将会记录是哪个参与者收藏了对应视频，并显示收藏数+1，收藏图标变成完整的★，系统记录收藏数+1.

7.4 参与者进行缓存操作：系统将会记录是哪个参与者缓存了对应视频，并显示已经缓存，缓存将会保存到本地，同时系统记录已经缓存，再次点击将会无效不能再次保存。

7.5 参与者进行评论操作：参与者点击评论列表输入内容发送后，系统将会把参与者评论的内容显示到评论列表当中，系统将会记录评论内容，评论时间。

7.6 参与者进行回复操作：参与者点击评论回复后，系统将会显示出回复对话框，参与者输入回复内容之后点击发送，系统将会把内容显示到评论的回复列表当中并保存。

8.参与者点击右上角的x之后，系统将会回到主页推荐界面，用况结束。

备选流：

A1“搜索视频”（普适备选流）

触发条件：任何时候视频消费与互动者在浏览首页推荐视频或正在观看视频的时候，点击了首页上方的搜索框。

1.参与者输入关键词到搜索框。

2.系统根据关键词搜索对应视频，然后将搜索到的视频展示到搜索结果页面，如果找不到对应视频，将显示没有找到相关视频的提示。

3.参与者选择：

3.1 参与者点击了搜索界面视频列表的视频，如果有视频，系统将退出当前视频然后事件流恢复到基本流第4条。

3.2 参与者重新输入关键字搜索视频，事件流恢复到备选流 A1 的第2条。

3.3 参与者点击右上方的退出按钮，用况结束。

A2“登录系统”（普适备选流）

触发条件：任何时候视频消费与互动者在浏览首页推荐视频或正在观看视频的时候，点击了首页左边的登录按钮。

1.参与者点击首页左边的登录

2.系统将弹出登录界面，登录界面将会显示账号，密码输入框，记住密码勾选框，登录，立即注册按钮。

3.参与者选择如下情况：

3.1 参与者输入账号密码点击登录之后，系统检测没有该账号或者有该账号，但是密码错误：系统将显示登录失败，账号或密码错误。

3.2 参与者输入账号密码点击登录之后，登录检测有该账号，并且密码正确：系统将该账号数据给当前设备。

3.3.1 参与者点击立即注册：系统将弹出注册界面，注册界面显示填写账号，密码，确认密码，昵称等输入框以及我已阅读并同意《用户协议》和《隐私政策》。

3.3.2 参与者输入对应的账号密码等内容，如果有重复账号系统将会提示注册失败，账号可能已存在或者密码和确认密码有误，系统会弹出两次输入的密码不一致。

3.3.3 参与者注册后，系统会回到登录界面并保存参与者的账号密码昵称：信息。

3.4 参与者取消登录：参与者点击其他空白地方或者登录界面或者注册界面的 x,将退出登录或者注册界面。

事件流恢复：登录成功或取消登录注册后事件流将回到触发登录系统时的界面。

A3“视频控制”（有界备选流）

触发条件：在视频播放的过程中

1.参与者滑动鼠标到视频区域。

2.系统显示各项控制视频的控制选项：左侧的视频下方区域将显示播放/暂停，当前时长/总时长以及对应的视频进度条，分辨率设置，视频播放倍数，音量以及全屏按钮。

2.1 参与者点击播放/暂停按钮：系统将会暂停或者继续播放视频，事件流恢复到 A3 备选流的第2条

2.2 参与者点击进度条：系统将会跳转到视频的对应位置，并显示对应进度的视频内容。事件流恢复到 A3 备选流的第2条

2.3 参与者点击分辨率设置：可以选择 720p 或者 1080p,系统将会根据参与者选择的分辨率调整视频清

晰度并刷新视频然后显示给参与者。事件流恢复到 A3 备选流的第 2 条

2.4 参与者点击倍数：系统将显示倍数 0.5,0.75 到 2.0 依次 0.25 提升的倍速，参与者选择后，系统将根据参与者选择的倍数调整视频播放速率并显示到播放区域。事件流恢复到 A3 备选流的第 2 条

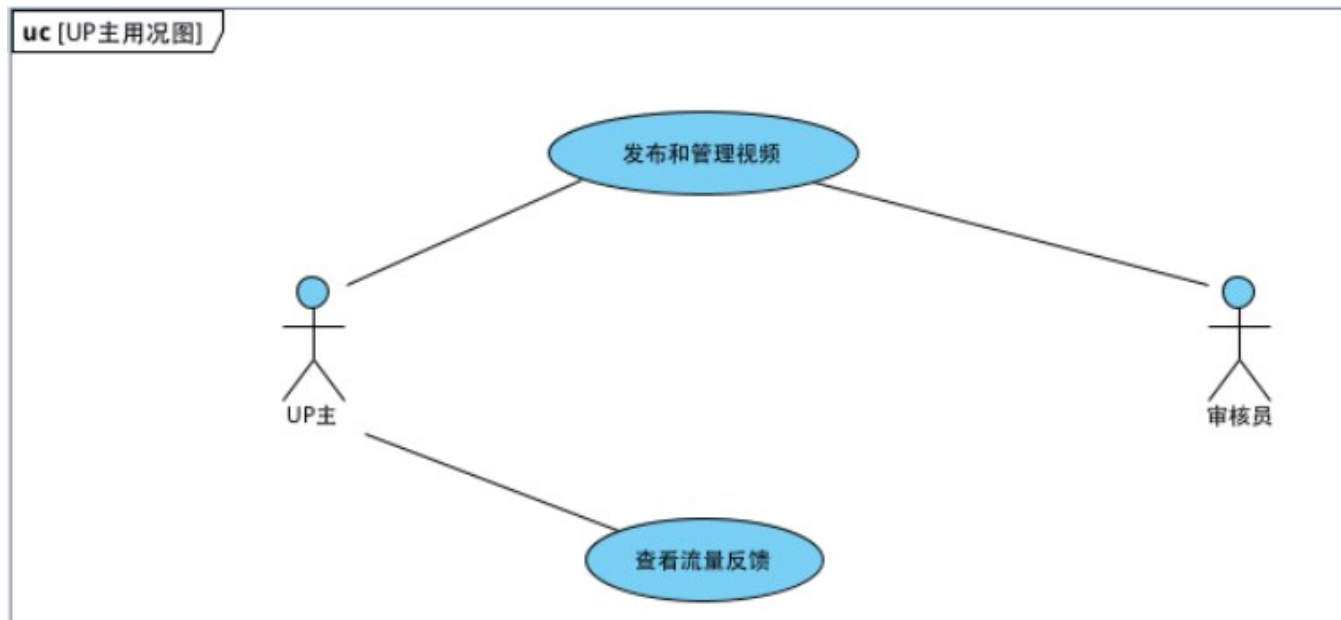
2.5 参与者点击音量：系统将显示竖着的音量条，可以调整音量，参与者调整音量后，系统将根据参与者给定的音量调整视频声音。事件流恢复到 A3 备选流的第 2 条

2.6 参与者点击视频界面右上角的 x,备选流结束，系统将恢复到当前系统界面的状态。

4 需求分析

4.1. 健壮性分析

4.1.1 UP 主



对“发布和管理视频”用况进行健壮性分析：

发布视频包括：up 主上传视频，设置封面、文案等并发布，up 主管理所有视频（包括合集、视频简介、评论区）。

首先确定边界类：发布和管理视频用况涉及的边界有视频发送界面（VideoSendUI）、视频简介界面（VideoDescriptionUI）、评论界面（CommentUI）。

确定控制类：处理视频发送界面的控制器为（VideoSendController），处理视频简介界面的控制器为（VideoDesController），处理视频评论界面的控制（CommentController）。

确定实体类：对于 VideoSendController,涉及的实体类为 Video 视频类，用于存储视频相关信息（例如视频时长等），对于 VideoDesController,涉及的实体类为 Video 视频类，用于获取视频标题、视频封面、视频文案等。对于 CommentController，涉及的实体类为 Video 视频类和 Comment 评论类，Video 类用于获取当前视频，Comment 类用于获取所有评论。

对“查看视频数据（流量机制）”用况进行健壮性分析：

查看视频数据（流量机制）用况包含：up 主通过创作者中心进入数据分析模块，查看已发布视频的各项流量与互动数据，包括播放量、点赞、收藏、评论等，支持时间范围筛选与图表展示。

首先确定边界类：创作者中心界面（CreatorCenterUI）一个边界类。

确定控制类：处理数据分析请求的控制器为（DataAnalysisController）。

确定实体类： 存储视频基本信息的实体为（ Video ），存储用户流量统计数据的实体为（ UserTrafficData ）。

4.1.2 视频消费与互动者



对观看并互动视频用况进行健壮性分析：

观看并互动视频包括：参与者可以观看视频，并对视频进行分辨率、音量等设置;在简介页面，参与者可以查看 up 主信息、视频信息，还能够对视频进行点赞、收藏等操作;在视频的评论区域，可以发布评论、回复其他用户，并对评论和回复点赞。

首先确定边界类：观看视频并互动用况涉及的边界有视频内容界面（ VideoPlayerUI）、视频简介区域（VideoDescriptionUI）、视频评论区域(CommentUI)三个边界类。

确定控制类：处理视频内容区域的控制器为（ VideoPlayController ），处理视频简介区域为（ VideoDesController ），处理评论区域为（ CommentController ）。

确定实体类：对于 VideoPlayController,涉及的实体类为 Video 视频类，用于获取视频内容、视频时长信息。对于 VideoDesController,涉及的实体类为 Video 视频类、Verified User 正式用户类，Video 用于获取视频标题、视频播放量、视频点赞量等。Verified User 用于获取视频上传者名字、粉丝数、头像。对 CommentController,设计的实体类为 Video 视频类、Verified User 正式用户类、Comment 评论类。Video 获取对于视频的唯一 id,Verified User 正式用户类 于获取评论或者回复的对应用户，Comment 用于获取评论和回复的数据。

4.1.3 审核员



对“管理正式用户”用况进行健壮性分析：

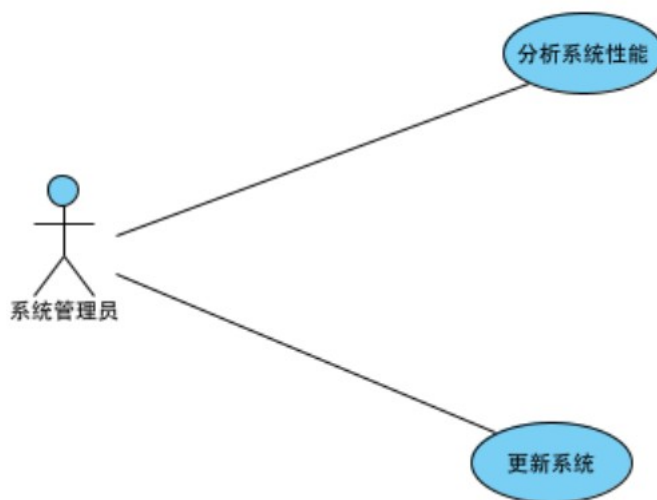
管理正式用户：管理正式用户的视频本身和视频的描述，决定通过或者驳回视频发布；管理视频的弹幕和评论，移出违规内容；管理正式用户的账户，处理违规行为，决定封禁或者解除封禁。

首先确定边界类：审核员在管理正式用户界面审核，所以有一个边界类（ManageUserUI）。

确定控制类：审核员管理正式用户有一个控制器类（ManageUserControl）。

确定实体类：因为要审核视频，评论，用户，所以有三个实体类（Video,Comment,User）

4.1.4 系统管理员



对“分析系统性能”用况进行健壮性分析：

分析系统性能：登陆确认管理员身份后进行日常巡检，检查数据和警告等，当监控系统发出告警时，立即响应，进行分析和处理，针对异常数据指标进行下钻分，深入查看关联指标定位问题范围

确定边界类：loginPageUI（登陆页面，用于确定管理员身份）DashboardUI（仪表盘数据页面），AlertManagermentUI（告警管理页面）

确定控制类：PerformanceAnalysisController（性能分析控制：发现问题）AlertManagementController（告警管理控制器），ResourceManagementController（资源管理控制器）

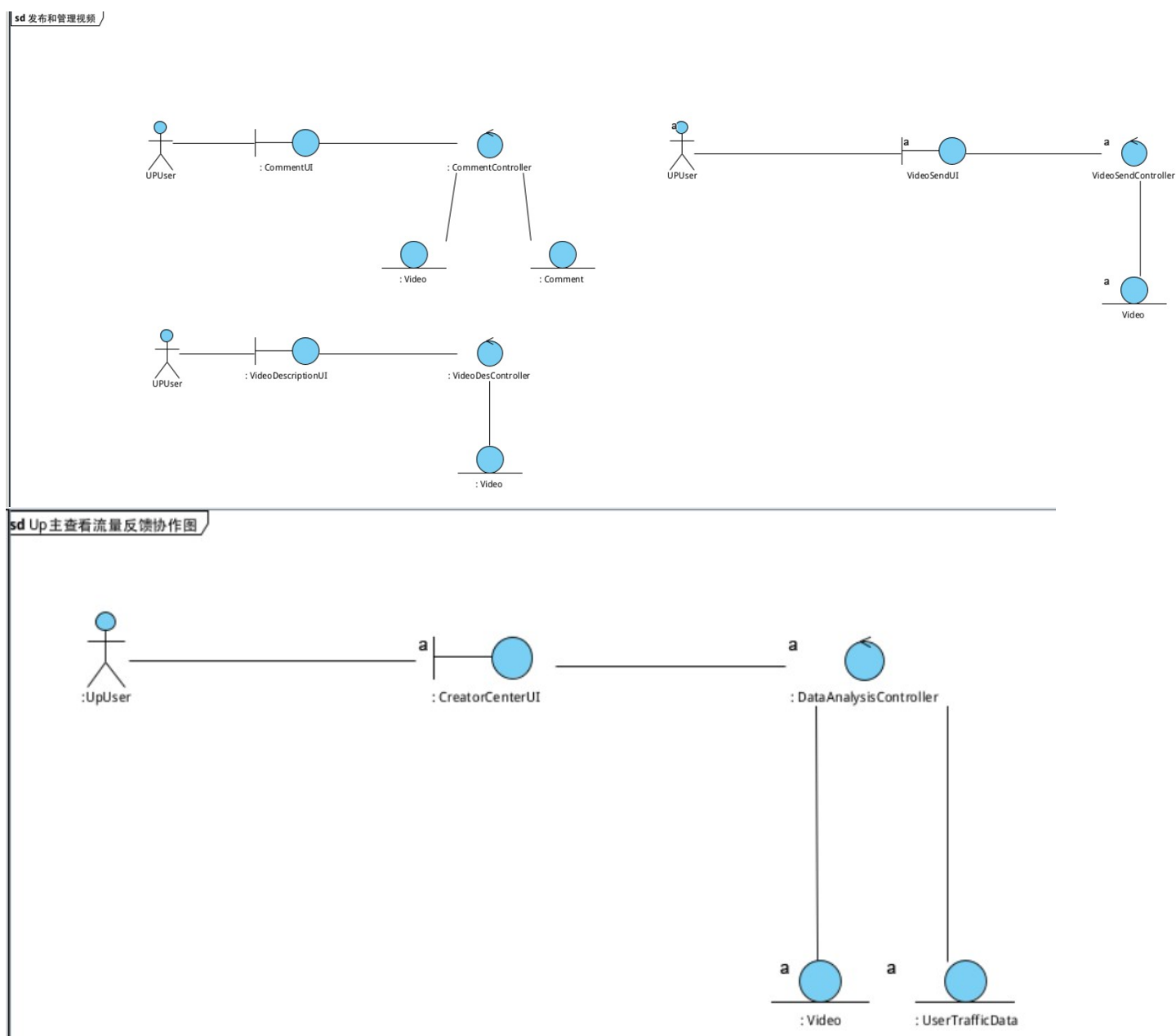
确定实体类：serveSource（服务型资源实体），performanceMetric（性能指标实体），alert（告警实体）

4.2. 交互建模

4.2.1 UP 主

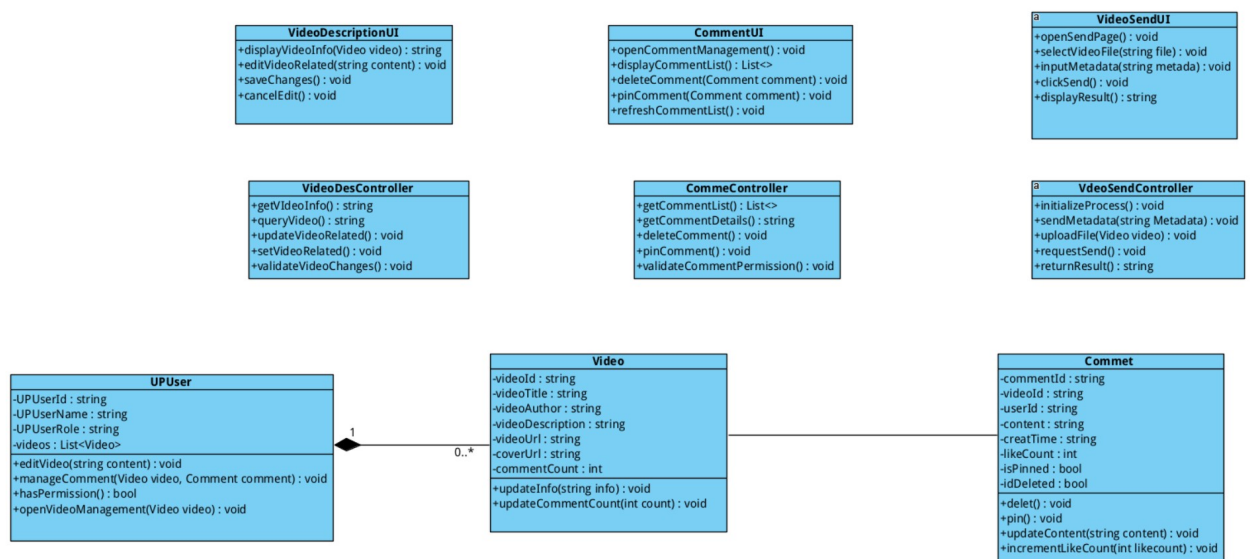
4.2.1.1 协作图

根据 4.1.1 中对 UP 主相关用例进行健壮性分析，已经初步确定了主要参与的实体对象，与其连接的边界类和控制类，见下图。



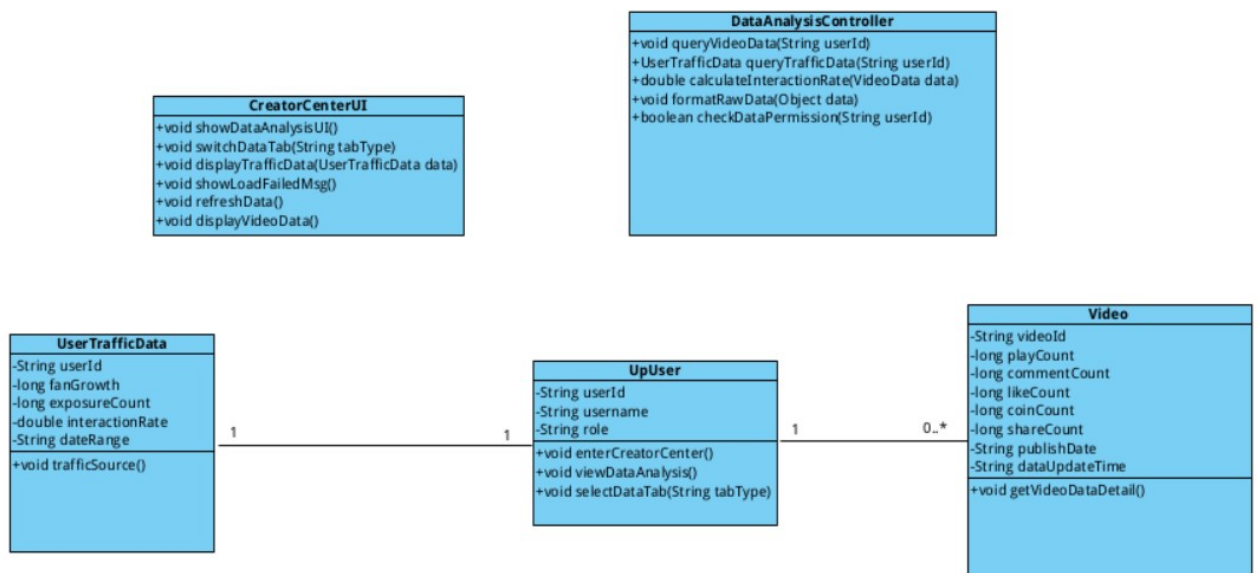
4.2.1.2 类图

up 主用例“发布和管理视频”的分析类图，见下图。



该类图的界面层包含三个核心界面类：**VideoSendUI** 负责视频上传功能，**VideoDescriptionUI** 处理视频信息展示与编辑，**CommentUI** 则提供评论管理界面；控制层包含三个控制器 **VideoSendController** 专门处理视频上传流程，**VideoDescController** 管理视频信息，**CommentController** 则负责评论相关的操作；实体层包括表示用户的 **UPUser**、存储视频信息的 **Video**、记录评论内容的 **Comment**。图中通过类名、属性和方法的详细展示，清晰地揭示了视频从上传、展示到视频与评论的管理的完整业务流程。

up 主用况“查看流量反馈”的分析类图，见下图。



该类图中 **CreatorCenterUI** 类提供展示数据分析界面、切换数据标签、展示流量数据等可视化交互与

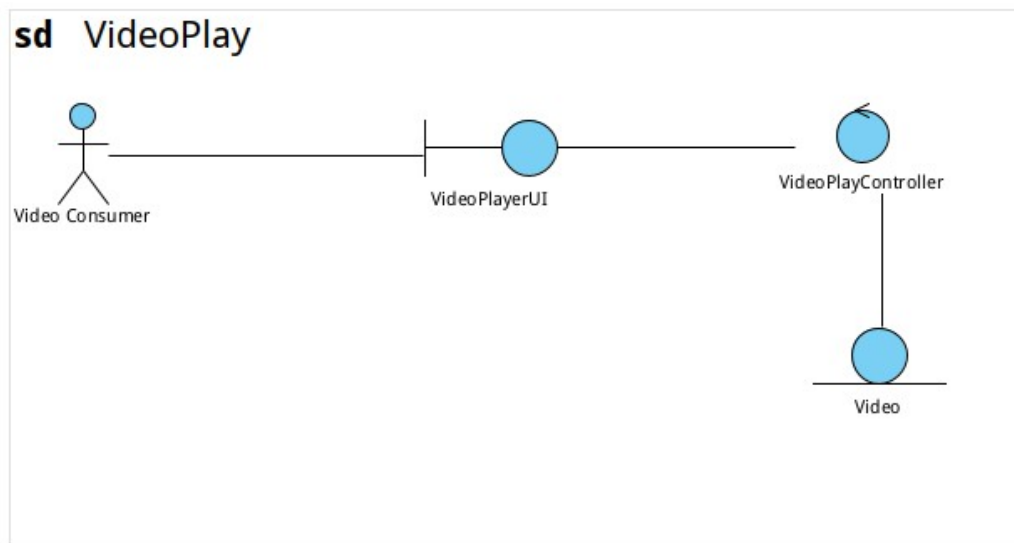
数据展示方法，同时支持加载失败提示、刷新数据等异常处理与数据更新操作；**DataAnalysisController** 类封装数据查询、分析、格式处理与权限校验逻辑，包含查询视频及流量数据、计算互动率等核心方法，作为 UI 层与实体层的业务调度枢纽；**UserTrafficData**、**UpUser**、**Video** 三类实体类，分别存储用户流量数据、创作者用户信息、视频数据并提供对应属性与行为方法。

4.2.2 视频消费与互动者

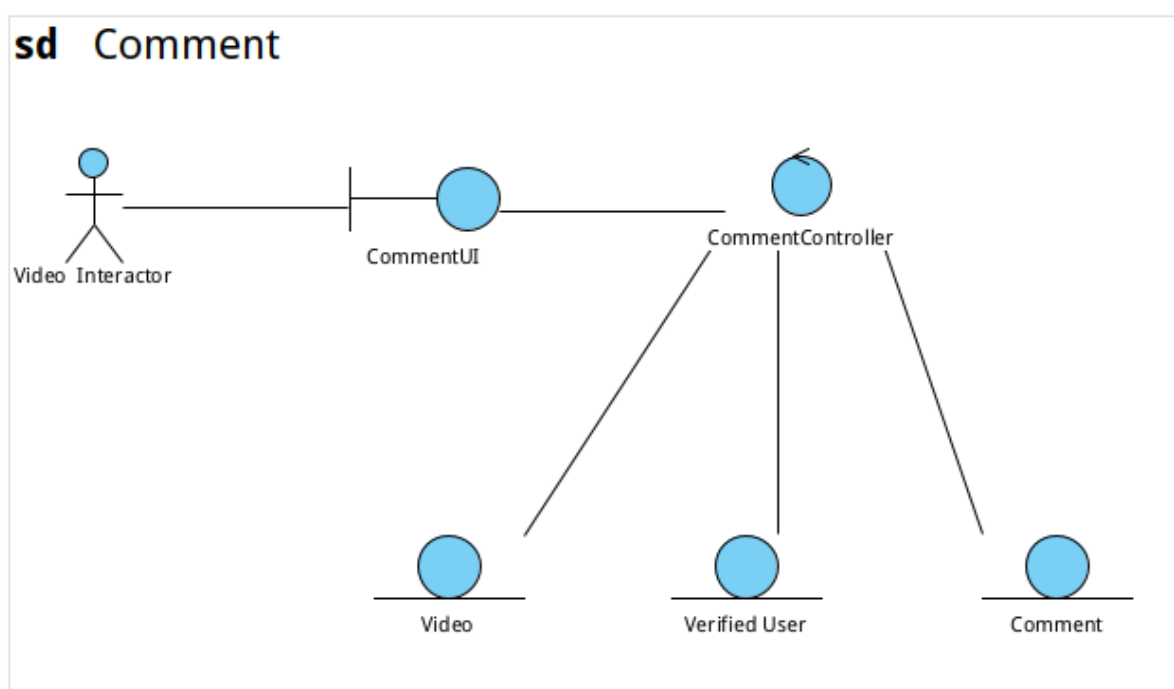
4.2.2.1 协作图

根据 4.1.3 中对正式用户相关用况进行健壮性分析，已经初步确定了主要参与的实体对象，与其连接的边界类和控制类，见下图。

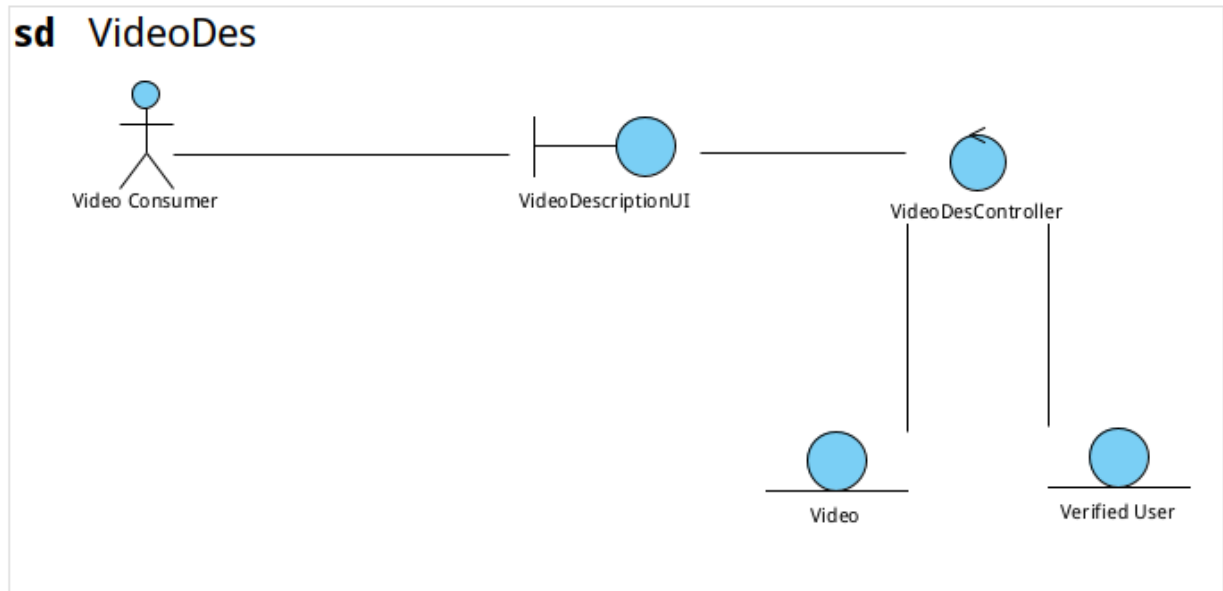
观看视频并互动播放视频情景：



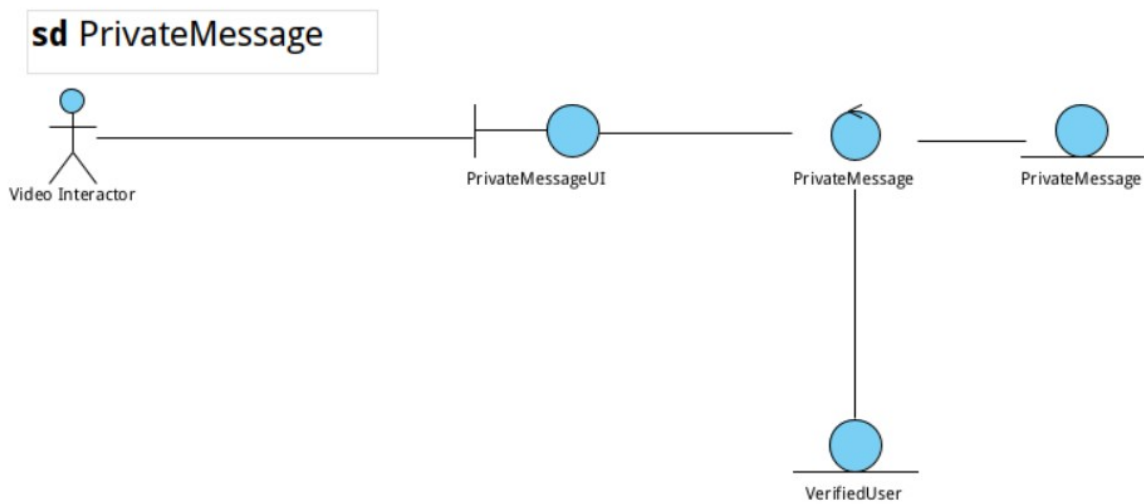
观看视频并互动评论情景：



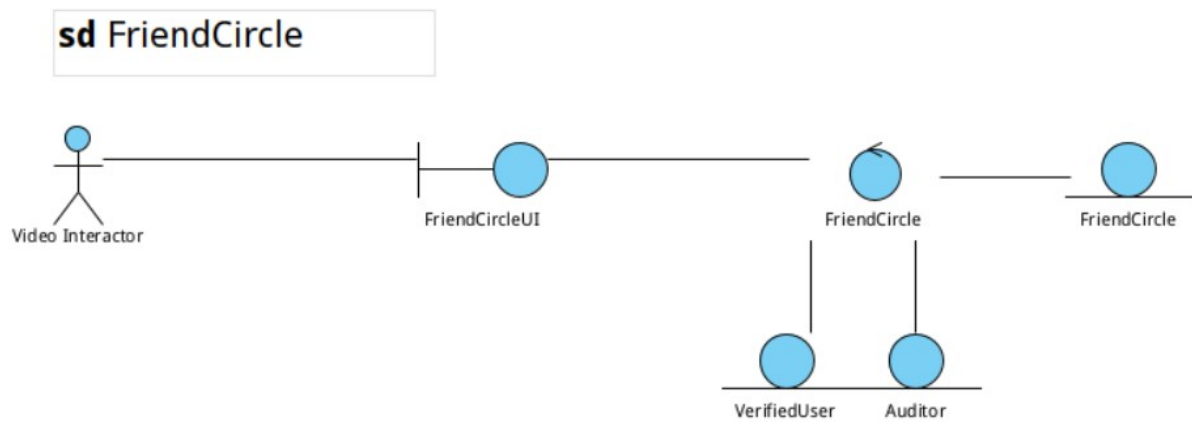
观看视频并互动视频简介情景：



与其他正式用户交流私信情景：



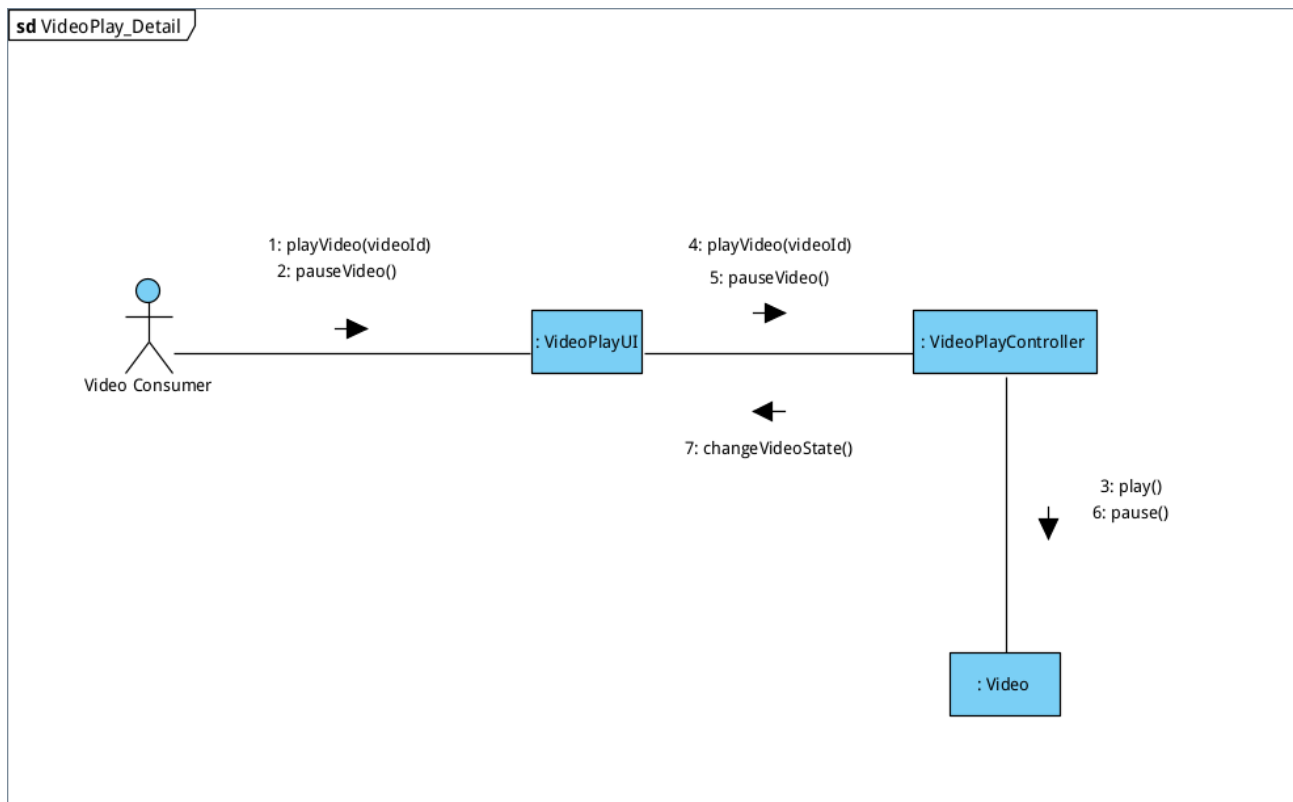
与其他正式用户交流朋友圈情景：



4.2.2.2 通讯图

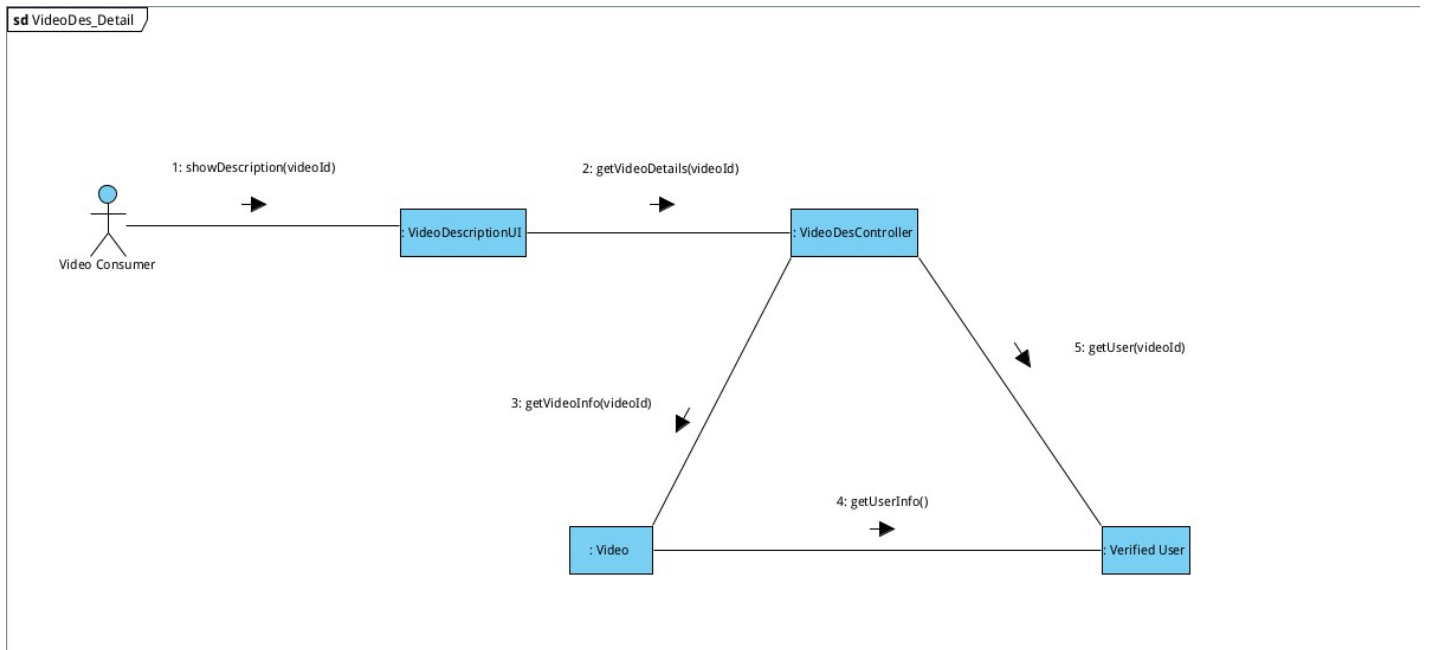
现在来绘制协助的通讯图：加入通讯图的边框，及在各个实体类、边界类、控制类之间的消息与连接，见下图。

视频播放通信图：



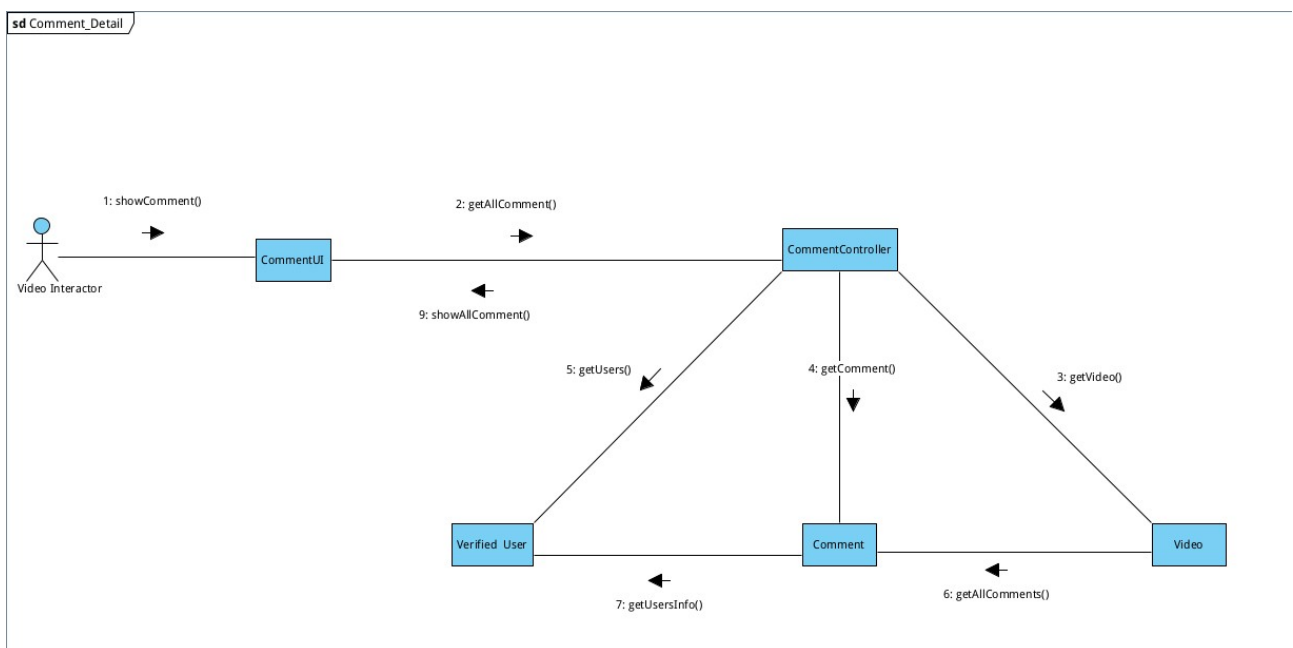
视频用户通过前端 **ui** 界面点击播放视频、暂停视频，**ui** 将这个信息通知给控制器对象，控制器发送消息给视频对象去执行具体的业务逻辑。

视频简介通信图：



视频用户当打开播放界面的时候，会显示视频内容以及视频的介绍和对应的作者，因此需要控制器去连接视频类和用户类，将信息合并后显示在 **ui** 上。

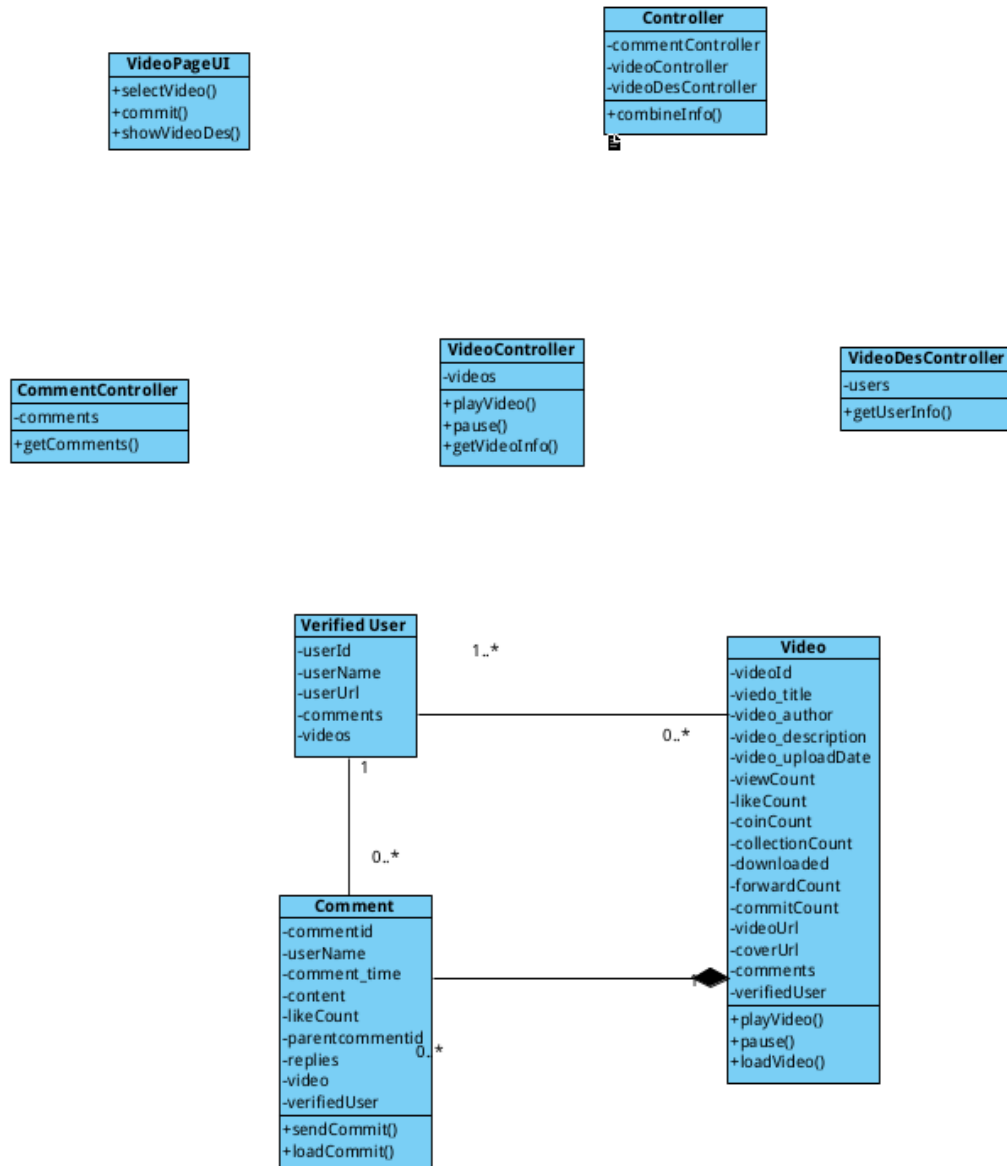
视频评论通信图：



当用户打开评论区的时候，控制器去获取对应视频的用户的信息、评论的消息，最后将三个消息整合显示给用户。

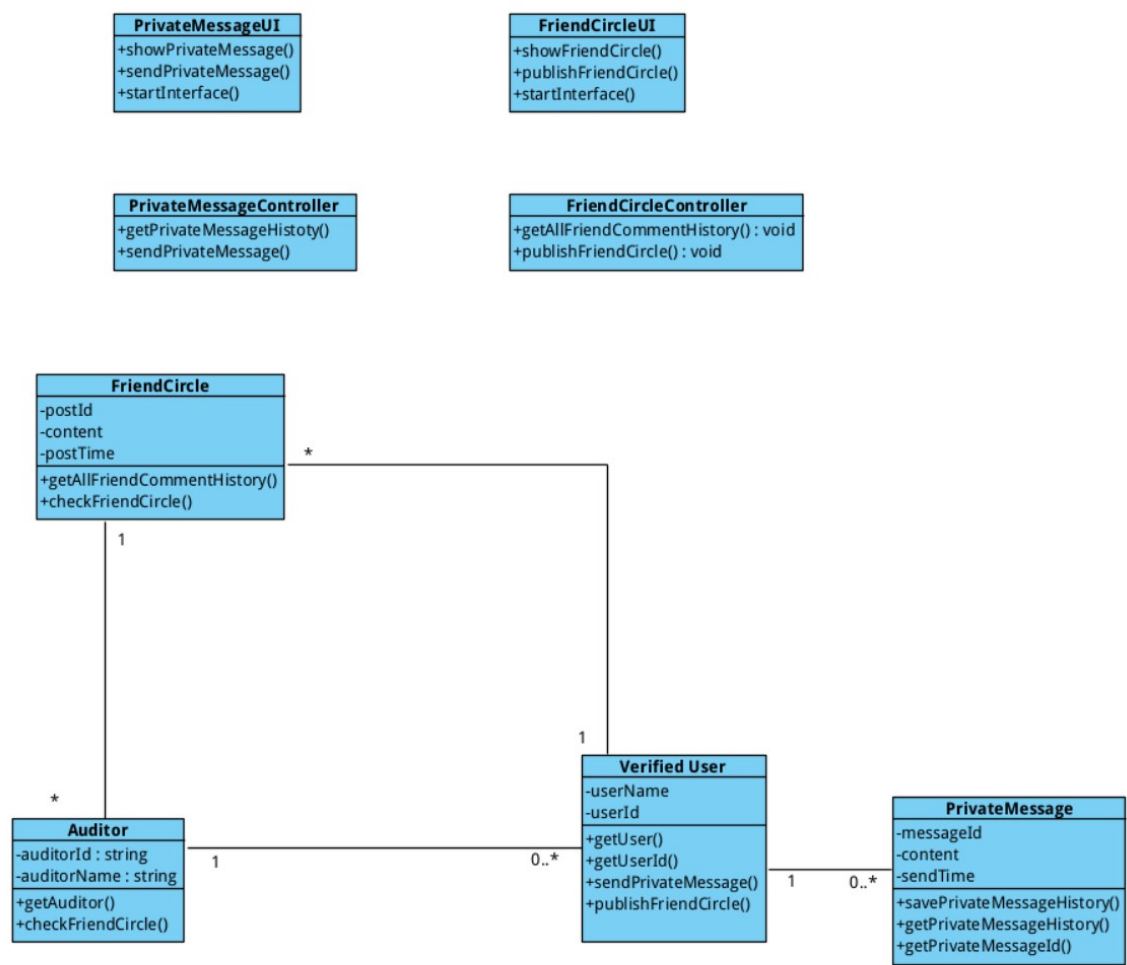
4.2.2.3 类图

内容消费与互动者用况“观看视频并互动”的分析类图，见下图。



总控制器 Controller 中依赖三个控制器 CommentController、VideoController、VideoDesController,这三个控制器分别去控制器对应的类;视频类中拥有 comment,是组合关系,视频与评论和正式用户有关联,一个用户可能有 0 个或者多个视频,一个用户可能有 0 个或者多个评论。

内容消费与互动者用况“与其他正式用户交流”的分析类图，见下图。

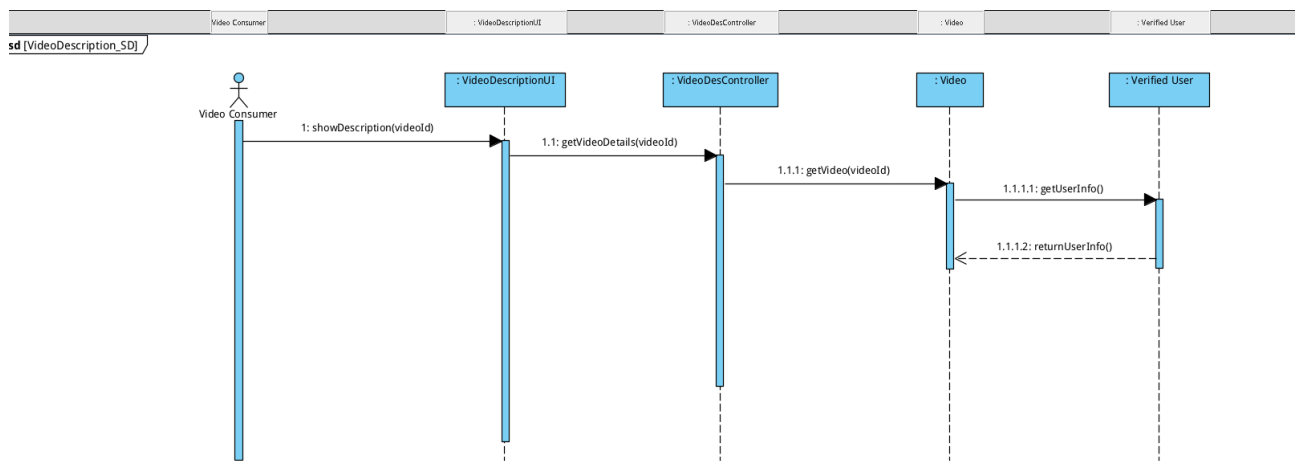


控制器 PrivateMessageController 和 FriendCircleController 分别控制对应的 FriendCircle 和 PrivateMessage 实体类，UI 类有开始交互 startinterface（）开始显示以及对应展示内容的操作，实体类存储信息和获取，保存内容。verifiedUser 和 Auditor,一个是正式用户负责发送私信和发布朋友圈，审核员负责审核朋友圈，朋友圈实体类对应发送信息告知对应审核员，私信类则是负责保存历史记录和获取历史记录。一个 verifiedUser 正式用户可以对应多个朋友圈和多个私信，审核员可以审核多个正式用户，朋友圈通知多个审核员审核。

4.2.2.4 顺序图

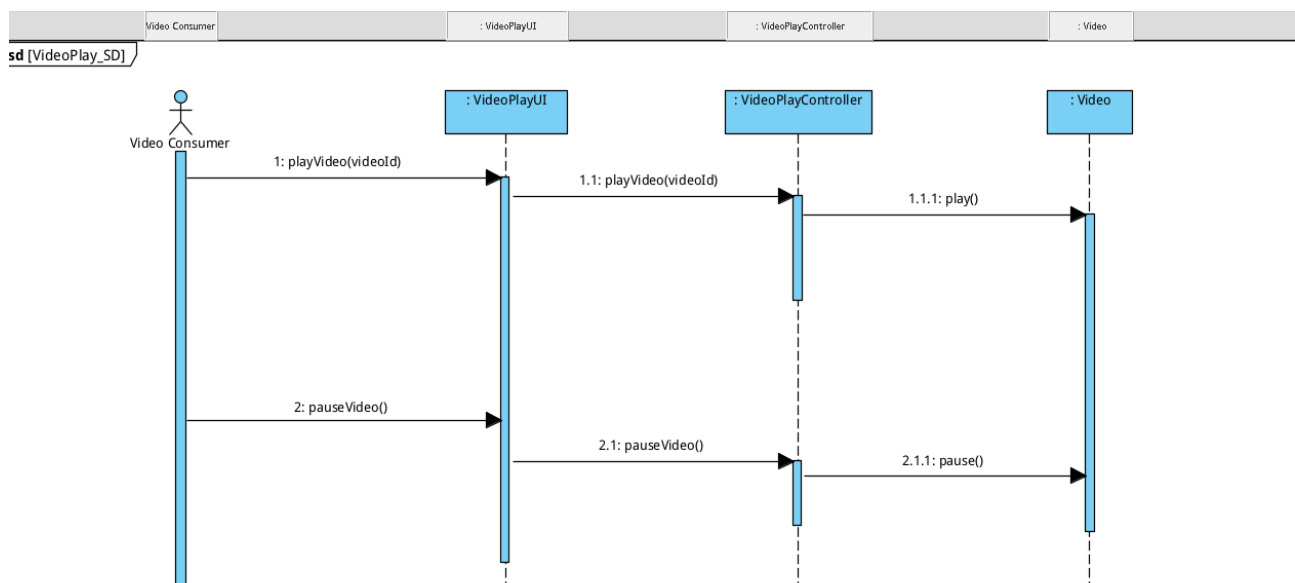
根据前述内容，我们绘制了关于用况“观看视频并互动”的顺序图，见下图。

视频简介顺序图：



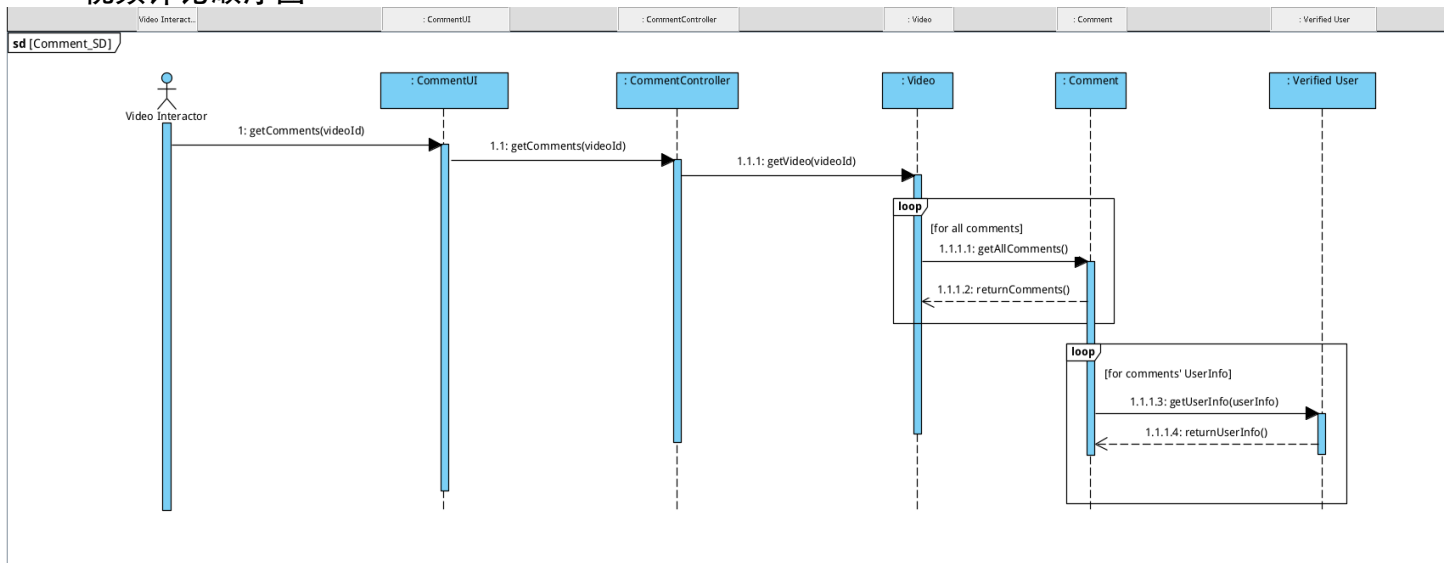
视频用户想要看简介的时候，ui 通知控制器，控制器通知对应的视频，获取视频信息，同时获取对应作者的信息，最后整合显示在 ui 上。

视频播放顺序图：



视频用户想要观看视频时，ui 通知控制器，控制器通知视频对象获取视频的信息，然后播放视频，显示在 ui 上，暂停视频的操作相同。

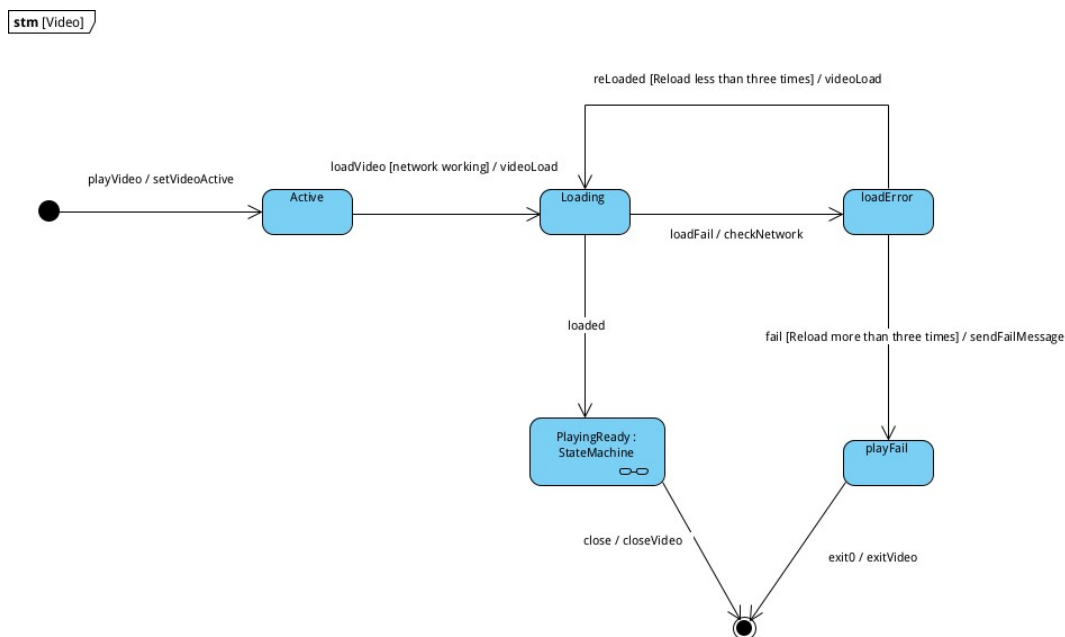
视频评论顺序图：



当视频用户查看评论区的时候，评论 **ui** 通知评论控制器首先获取视频的信息，视频去获取评论数据，每一条评论都会获取对应的基础用户信息，最后显示在 **ui** 上。

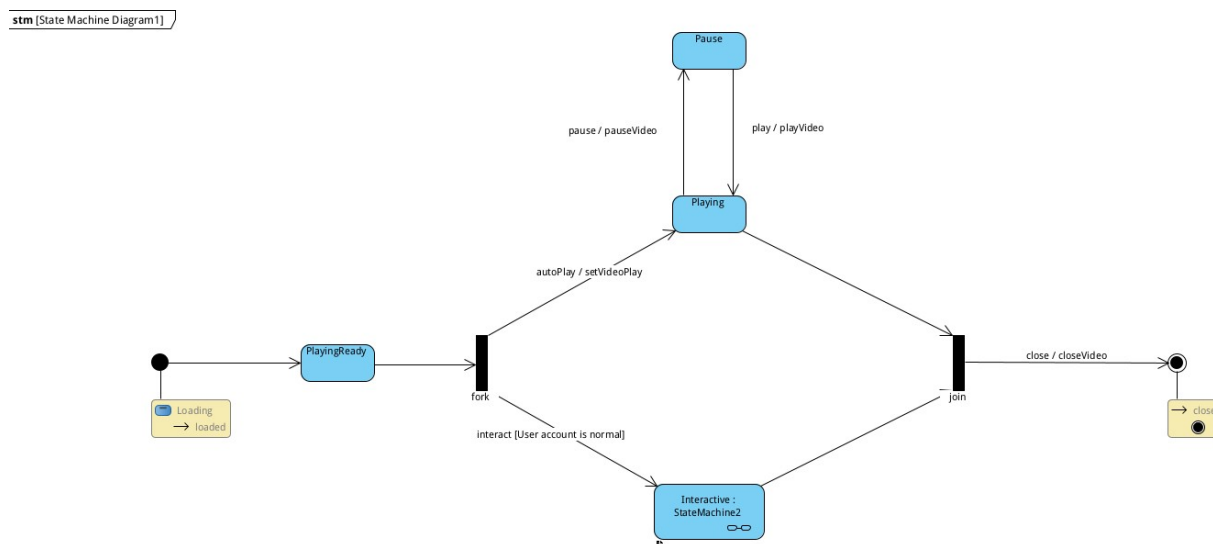
4.2.2.5 状态机

下面我们用状态机来表示单个 Video 对象对于它所有参与的用况的所有响应，见下图。
观看视频并互动的状态机：



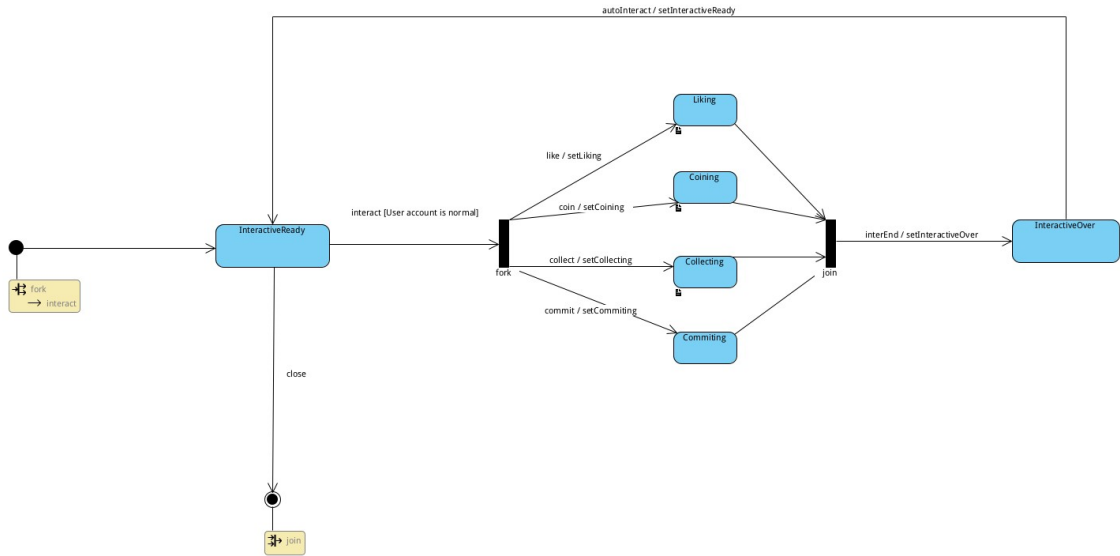
当用户点击播放的时候状态激活，加载视频切换到加载状态，当加载失败的时候状态为 loaderror,会重新加载，如果超过三次失败，进入 playfail 状态，结束;如果成功加载，进入播放准备状态。

PlayingReady 层：



进入播放准备状态后，可以同时观看视频和评论区，观看视频还可以暂停和继续，当两个操作都结束后就回到关闭视频状态，结束;如果想要评论交互，进入交互状态。

Interactive 层：

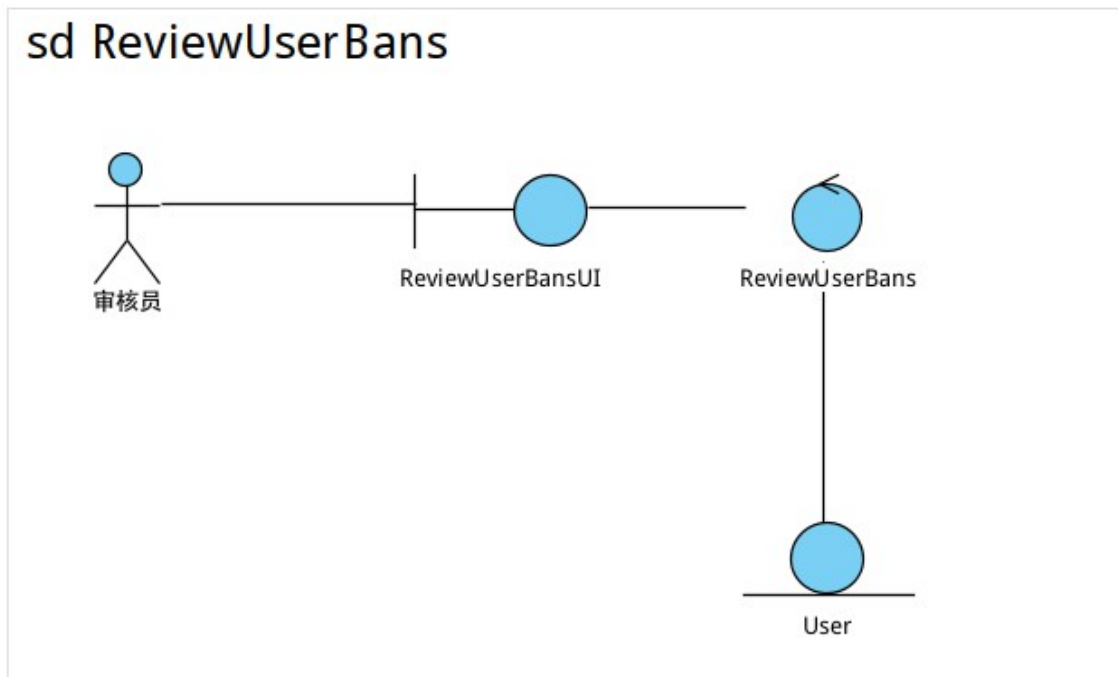


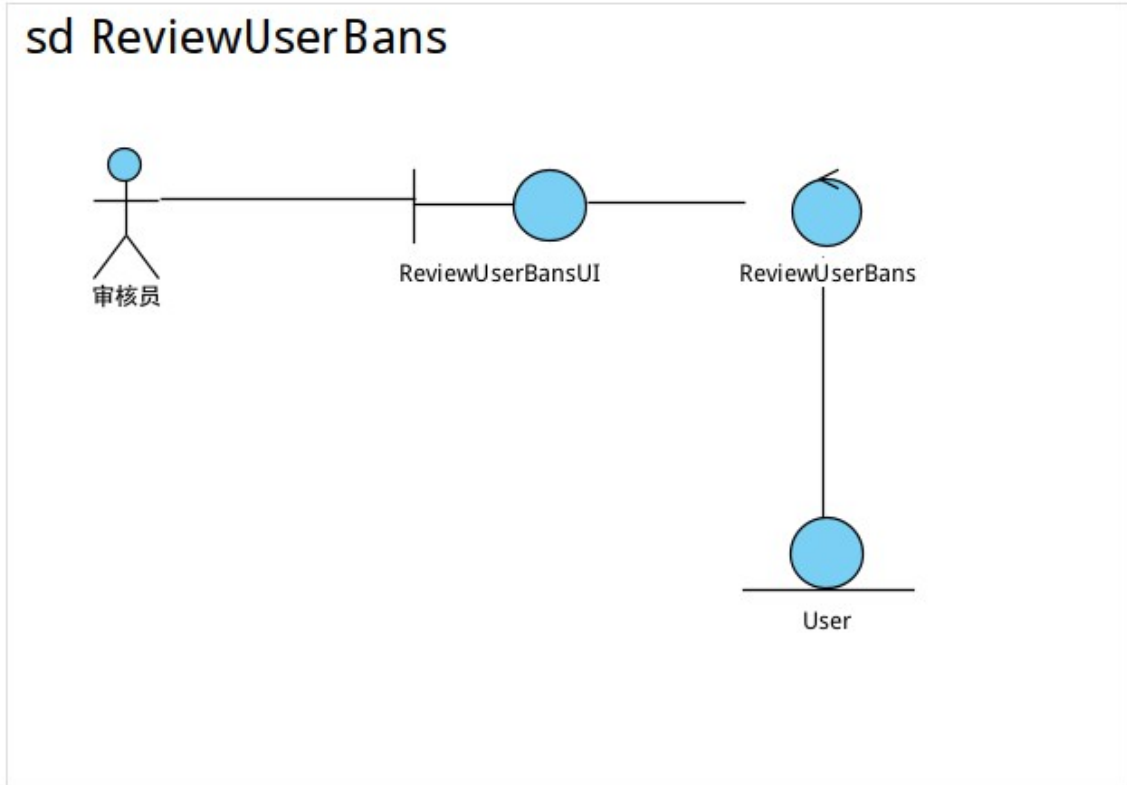
在交互状态中，可以同时执行点赞、投币、收藏、评论的操作，且都可以重复操作，当退出评论后结束交互状态。

4.2.3 审核员

4.2.3.1 协作图

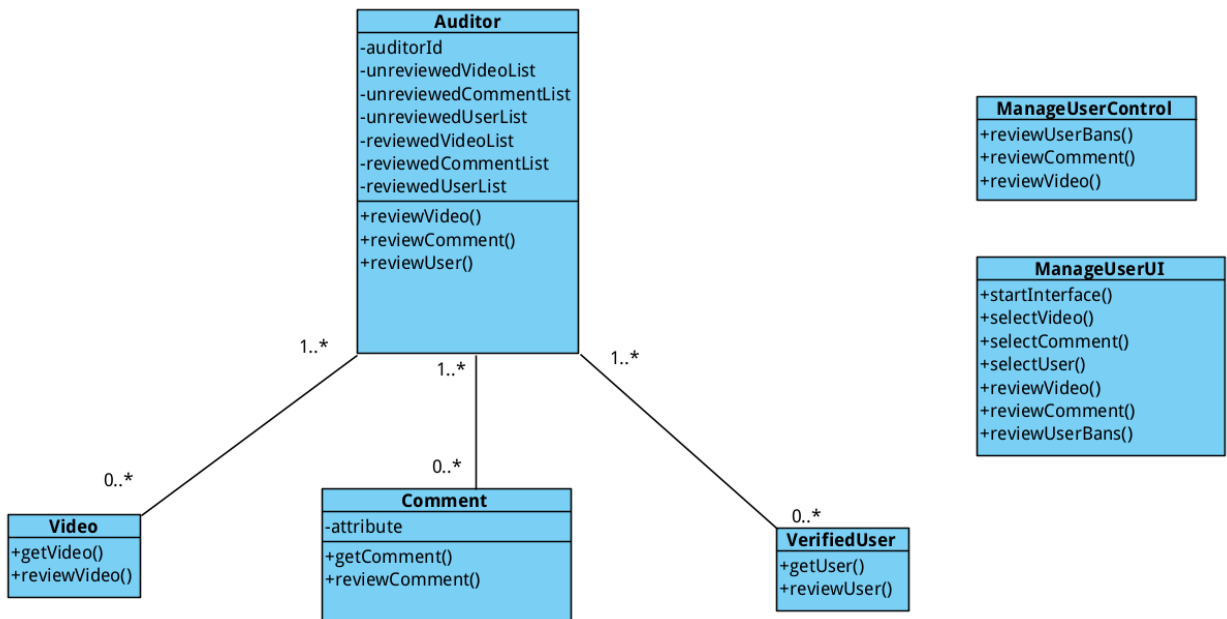
根据审核员的健壮性分析可以画出审核员管理正式用户的协作图。





4.2.3.2 类图

将审核员管理正式用户的通讯图转化为类图。

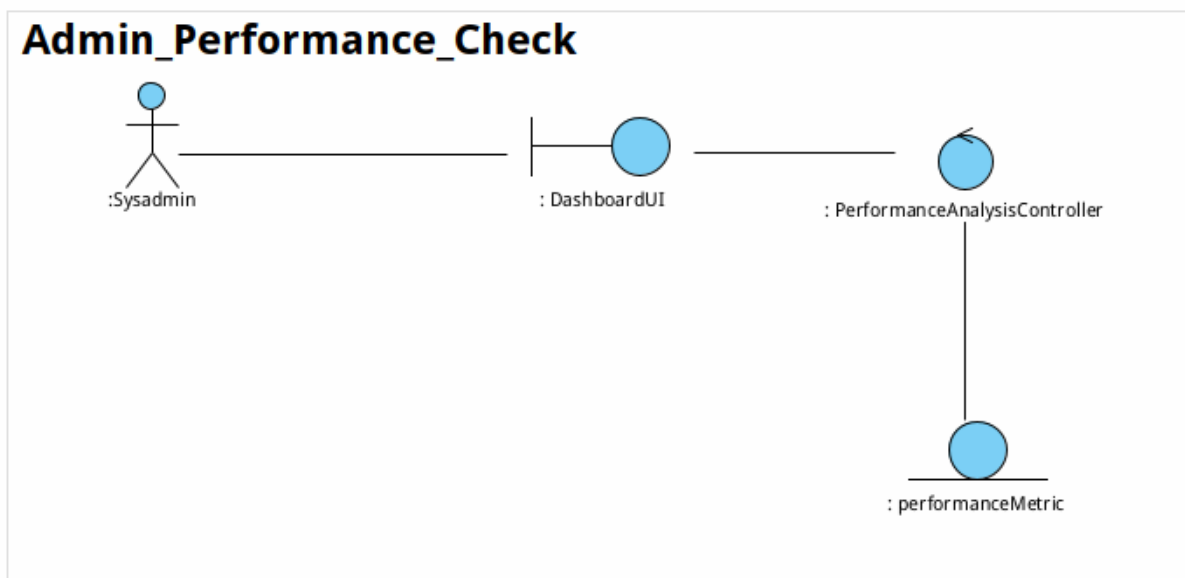
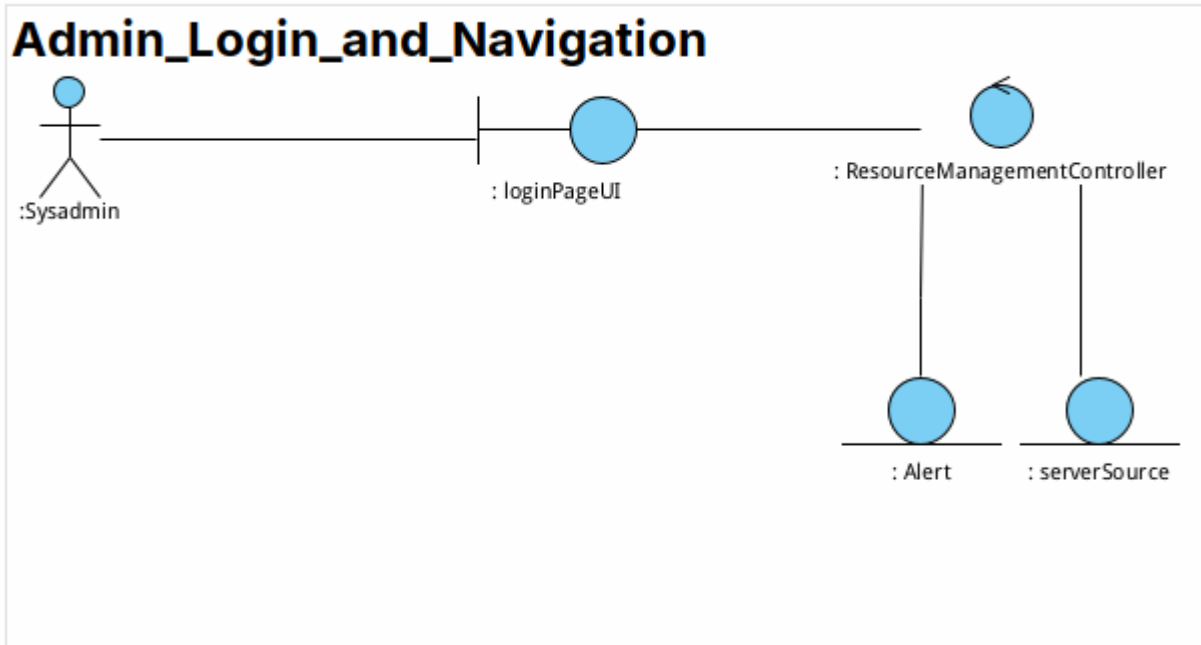


分析：审核员可以审核视频，评论，用户，在审核时都有获取要审核内容以及审核的操作，而审核之间又有选择审核的操作。他们之间的关系都是多对多的关系。如：一个视频可以被多个审核员审核，一个审核员可以审核多个视频。

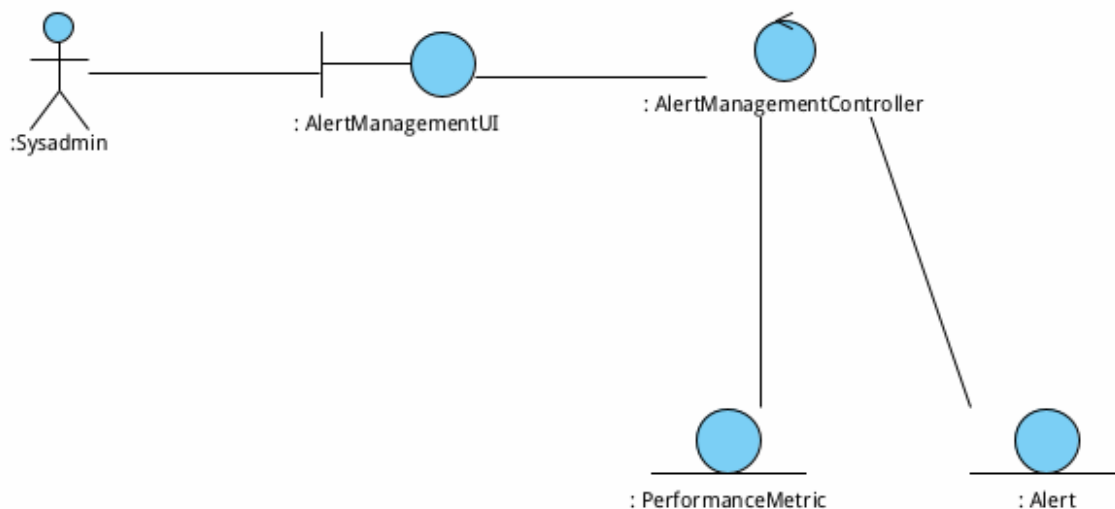
4.2.4 系统管理员

4.2.4.1 协作图

对系统管理员相关用况进行健壮性分析，已经初步确定了主要参与的实体对象，与其连接的边界类和控制类，见下图。



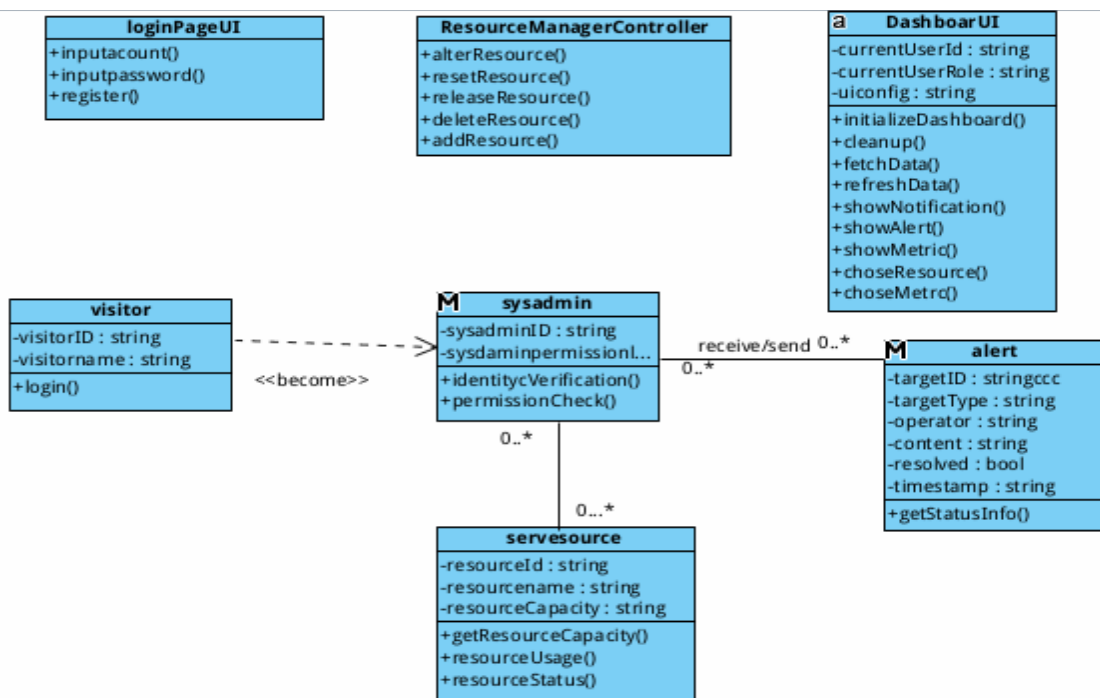
Alert_Analysis_and_Handling



4.2.4.2 类图

系统管理员用况的类图，见下图。

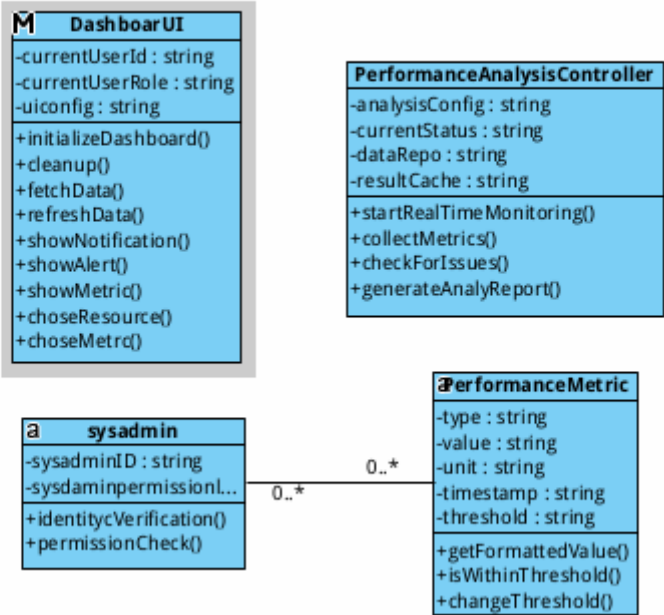
系统管理员登陆和管理资源：



系统从访客（visitor）开始，通过登录页面界面（loginPageUI）完成身份验证，访客成功登录后转变

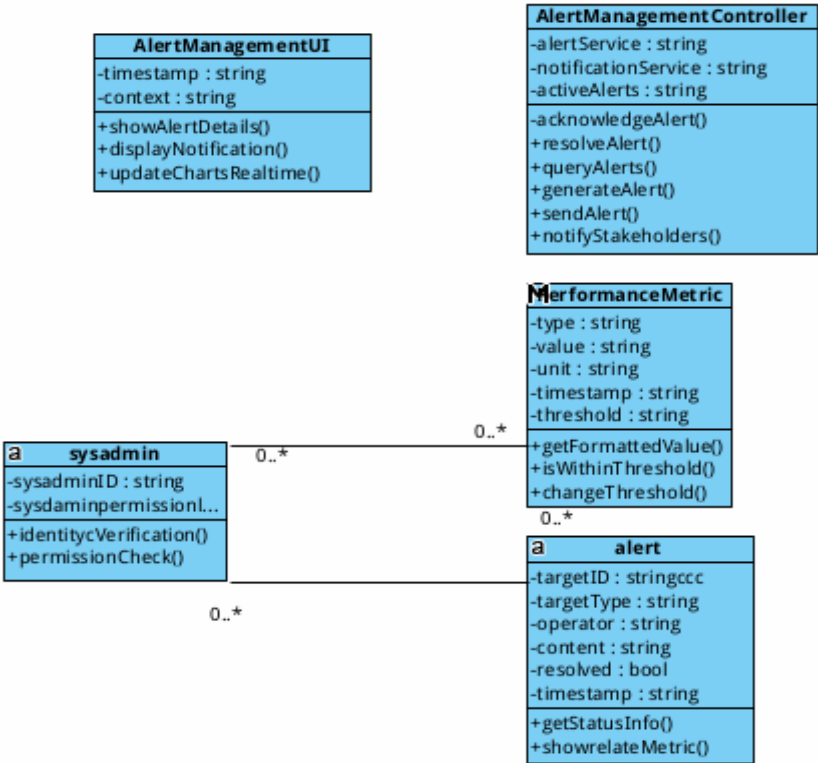
为系统管理员（sysadmin）。管理员具备身份验证和权限检查功能，并可通过资源管理控制器（ResourceManagerController）对服务器资源（serverSource）进行添加、删除和修改等操作。同时，管理员与告警类（alert）之间存在多对多的接收与发送关系，用于系统运行状态的通知与反馈。

系统管理员分析性能：



系统管理员（sysadmin）通过仪表盘界面（DashboardUI）查看系统运行状态和性能信息，界面负责初始化、刷新和展示各类性能指标。性能分析控制器（PerformanceAnalysisController）负责启动实时监控、采集性能数据并生成分析报告，性能指标类（PerformanceMetric）用于记录具体的性能数据、阈值及其状态判断，从而为管理员提供全面的性能分析支持。

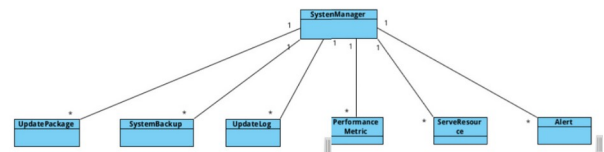
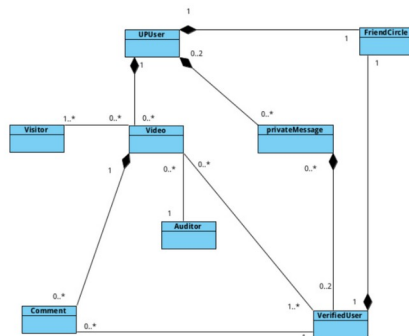
系统管理员分析和处理警告：



系统管理员（sysadmin）通过告警管理界面（AlertManagementUI）查看和处理系统告警信息，界面支持告警详情展示和实时数据更新。告警管理控制器（AlertManagementController）负责告警的生成、确认、解析和通知相关人员，并结合性能指标类（PerformanceMetric）进行告警分析。告警类（alert）用于存储告警的目标、类型、状态和时间戳等信息，从而实现完整的告警分析与处理流程。

4.3. 总体类图

该图描述各个类之间的关系及其多重性。



5 架构设计

5.1. 设计目标与约束

5.1.1 设计目标

功能性目标：全面覆盖平台核心场景，包括游客浏览视频、正式用户互动交流、UP主创作管理、审核员内容审核及系统管理员运维监控等全流程，确保各角色功能模块既独立运行又协同高效，精准落地“高质量视频 + 实时弹幕 + 深度社群”的核心产品定位。

性能目标：适配高并发访问场景，严格达成首页首屏加载时间<3秒、视频缓冲时间<5秒的既定指标；保障弹幕实时推送、视频流畅播放及多用户同步互动，核心服务响应延迟控制在100ms以内，提升用户使用体验。

可靠性目标：确保系统7×24小时稳定运行，服务可用性不低于99.9%；

安全性目标：实现用户密码加密存储、敏感操作二次验证；结合自动检测与人工审核机制拦截违规内容，防范合规风险；严格划分用户权限边界，避免数据泄露与非法操作。

可维护性目标：架构设计简洁清晰，明确各服务职责边界，支持独立部署与升级；配套完善的监控与日志系统，便于快速定位和排查问题；选用成熟稳定的技术栈，降低长期维护成本。

5.1.2 设计约束

技术栈约束：基于项目既定技术选型，后端采用C++/QML，数据库使用MySQL，前端选用QML，需在该技术栈范围内实现架构落地，确保开发效率与系统兼容性。

成本约束：首阶段聚焦PC端核心功能，成本需可控，架构设计需避免过度设计，优先满足最小可行产品需求；云服务器、存储等资源配置需兼顾性能与经济性，支持按需扩容。

合规约束：需符合法律法规及监管要求，架构中需嵌入内容审核流程、青少年保护机制，确保用户数据收集与使用合规，版权内容管理规范。

多端适配约束：预留移动端扩展接口，架构设计需考虑PC端与后续移动端的数据同步与功能兼容，确保多端用户体验一致，数据互通无壁垒。

用户规模约束：初期聚焦16-28岁Z世代垂直用户群体，架构需支撑初期用户规模平滑增长，同时具备向大规模用户拓展的横向扩展能力，避免架构重构。

5.2. 系统总体架构

5.2.1 架构概览图

5.2.2 核心服务划分

服务名称	服务职责	关键技术	是否可以并发
视频浏览与播放服务	支撑游客及正式用户的视频列表加载、关键词搜索、视频播放（含倍速、清晰度调节）功能；记录视频观看次数与观看进度；保障视频流稳定传输。	MySQL数据库查询优化、CDN加速、子流S1（加载视频列表）、S2（播放视频）、S3（关键词搜索视频）实现	是，支持多用户同时加载视频列表、搜索视频及播放不同视频
用户认证与管理服务	处理游客注册成为正式用户	密码加密算法、第三方	是，支持多用户同时注

	<p>户（含直接注册、第三方登录）、用户登录验证、个人信息管理；管控用户权限（如正常用户、UP主、审核员、系统管理员）；支持用户账户封禁与解封操作。</p>	<p>登录授权接口、子流 S4（验证消息）</p>	<p>册、登录及权限校验</p>
互动交流服务	<p>支撑正式用户的视频互动（点赞、投币、收藏、评论、回复）、弹幕发送与展示、私信交流、动态发布与分享功能；实时同步互动数据与消息通知。</p>	<p>WebSocket（弹幕实时推送）、消息队列、子流 S5（更新系统视频属性）、违规内容初步检测</p>	<p>是，弹幕与互动操作采用异步处理</p>
UP 主创作管理服务	<p>支持 UP 主视频上传、视频信息（标题、封面、关键词）编辑、稿件管理（隐藏、删除、更新）；提供视频数据统计反馈（播放量、粉丝数、互动数据）；处理视频上传后的审核队列提交。</p>	<p>分片上传技术、文件存储服务（如对象存储 COS）、MySQL 事务管理、视频格式校验</p>	<p>是，支持多 UP 主同时上传视频与管理稿件，上传任务异步处理，文件存储与业务逻辑解耦提升并发量</p>
内容审核服务	<p>接收 UP 主上传视频、用户上传的弹幕 / 评论 / 动态等内容，提供审核队列管理；支持自动关键词检测违规内容、人工审核操作（通过 / 驳回 / 删除）；记录违规行为与审核结果。</p>	<p>文本关键词匹配算法、视频内容预览技术、审核流程引擎</p>	<p>是，审核队列按优先级调度，自动审核与人工审核并行处理，支持多审核员同时在线操作</p>
系统运维监控服务	<p>支撑系统管理员的系统性能分析（服务器状态、流量峰值、核心指标监控）、系统更新（服务更新、数据库更新）、全局参数配置、用户权限管控；提供日志查询与故障预警功能。</p>	<p>数据库备份与回滚技术</p>	<p>是，性能监控与系统更新独立执行，支持管理员同时进行多维度监控与运维操作</p>

5.3. 分层架构设计

5.3.1 表现层

- 表现层**作为系统与用户直接交互的窗口，核心职责为接收用户指令、渲染界面内容，并将用户请求委派给应用逻辑层。本层采用 QML 技术构建跨平台客户端，QML 的声明式语法与数据绑定特性，能够高效实现符合 Z 世代审美的动态、流畅交互界面，为弹幕互动、实时更新等核心场景提供技术支撑。
- 职责：**专注于用户界面的渲染与用户交互事件的捕获，确保操作的即时反馈与视觉呈现的流畅性。
- 协作：**表现层不包含业务逻辑，通过调用应用逻辑层提供的服务接口来完成业务请求，并依据返回

数据更新界面状态。

5.3.2 应用逻辑层

应用逻辑层作为表现层与领域层之间的协调者，核心职责为组织业务用例的完整执行流程。本层通过定义清晰的服务（封装特定业务领域操作）与控制器（处理特定用户请求），编排并调用领域层的核心业务逻辑与基础设施层的技术能力，确保业务流程正确、高效地执行。

职责：作为业务流程的协调者与组织者，将用户请求转换为对领域对象和基础设施的调用序列，负责事务管理、权限校验、服务编排等横切关注点，但自身不实现核心业务规则。

协作：应用逻辑层接收来自表现层的请求，通过内部的服务与控制器进行协调，调用领域层的领域对象与领域服务执行业务逻辑，并委托基础设施层完成数据持久化、外部集成等操作。

5.3.3 领域层

领域层是系统的业务核心，负责封装与技术和平台无关的业务逻辑与规则。其目标是实现与外部框架、持久化和用户交互的解耦，确保业务逻辑的独立性和可测试性，从而灵活应对未来业务规则的变化。

职责：承载和表达核心业务概念、状态、规则与流程。领域层是业务复杂性的所在地，通过实体、值对象、领域服务等模式，确保业务逻辑的纯粹性、内聚性和独立性。

协作：领域层被应用逻辑层调用以执行业务操作，其本身不依赖任何外部技术细节。领域实体通过数据访问层进行持久化，并可在必要时触发领域事件，通知其他上下文。

5.4. 子系统划分与职责

社交互动子系统

核心职责：负责平台内所有用户间的互动行为，是构建社区氛围与用户粘性的关键。

关键功能：评论的发布与管理、回复、点赞/点踩；用户间的关注与粉丝关系维护；私信通信；动态的发布与展示。

管理核心：评论、回复、用户关系、私信、动态等互动数据。

观看视频子系统

核心职责：为用户提供稳定、流畅、沉浸式的视频消费体验，是平台最核心的用户侧功能。

关键功能：视频流的加载与播放、清晰度切换、播放进度控制、弹幕的实时渲染与显示、播放历史记录。

关联质量属性：直接关联“视频播放点击后开始缓冲时间<5秒”的性能需求。

发布与管理视频子系统

核心职责：为UP主提供高效、便捷的视频内容创作与生命周期管理工具，是平台内容生态的供给端。

关键功能：视频文件与元数据（标题、封面等）的上传；已发布视频的编辑、更新、删除、隐藏；视频数据（播放量、互动数）的统计与展示。

协作关系：视频上传后，会向审核子系统提交审核请求。

消息通知子系统

核心职责：作为系统的信息神经中枢，负责系统内各类事件触发的用户通知的生成与分发。

关键功能：系统公告的推送；用户相关的互动通知（如被点赞、被回复、新粉丝）；UP主相关的流程通知（如视频审核结果）；实时聊天的信令传递。

审核子系统

核心职责：保障平台内容安全与合规，维护健康的社区环境。

关键功能：对用户生成的视频、弹幕、评论、动态等内容进行审核（自动规则与人工审核结合）；对违规用户进行封禁等处理；提供审核员工作台。

关联质量属性：支撑“人工审核+关键词自动检测”的合规性需求。

系统管理子系统

核心职责：为系统管理员提供全局性的监控、配置与管理能力，确保平台的稳定、安全运行。

关键功能：全局用户管理与权限配置；系统关键参数的设置与调整；监控系统健康状况（服务器资源、服务状态）并生成数据报表；系统更新与维护。

搜索与推荐子系统

核心职责：连接用户与内容，提升内容分发效率与用户内容发现体验。

关键功能：

搜索：基于关键词的多条件视频搜索，支持相关性排序。

推荐：基于用户行为、兴趣标签、社交关系等，生成个性化的首页视频推荐流。

关联质量属性：直接关联“首页首屏加载时间<3秒”的性能需求。

用户管理子系统

核心职责：管理平台所有用户的身份、认证与基础信息，是系统安全的基础。

关键功能：用户注册、登录、登出、第三方授权；个人基本信息（昵称、签名）的管理；密码修改与安全设置。

5.5. 架构部署

5.5.1 部署架构，硬件，全局资源与数据存储

5.5.1.1 部署架构设计

本系统采用“混合本地与云端区域共同部署架构”，结合公有云数据同步与本地信息存储，实现高可用、可扩展的视频服务平台。

扩展的视频服务平台。

5.5.1.2 部署架构设计

1.本地配置：

采用 linux 系统 QT6 进行开发

所有使用库均为 QT6 自带库实现

本项目开发采用 C++、javaScrip 与 QML 混合开发

本项目文档均由 LibreOffice 撰写

2. 云服务资源

资源类型	规格配置	数量	用途
腾讯云服务器	2 核 1GB SSD 云硬盘 40GB DDoS 防护 DDoS 高防保险	1	用于提供线上服务与业务逻辑处理,涵盖云对象存储服务，用于视频对象及图片等文件的存储
腾讯云数据库	SQL 8.0 本地 SSD 盘 重庆 InnoDB 通用型-1 核 1000MB 内存 双节点 200 GB	1	用于数据表的存储及云 SQL 的使用

3.数据存储架构

类别	描述
结构化数据存储	MySQL 云数据库自动保存与存储。
非结构化数据存储	对象存储方案:使用腾讯云对象存储存储同进行存储。

5.5.2 性能评估

性能指标与目标

1. 系统容量评估

指标	设计容量	峰值容量	扩容阈值
并发用户数	1000	2000	1500
视频播放 QPS	50	100	80
评论操作 QPS	1000	2000	1500
弹幕发送 QPS	1000	2000	1500
数据写入 TPS	1000	2000	1500
数据读取 QPS	10000	20000	15000

2. 响应时间目标

(1) API 响应时间:

- P95 < 100ms: 核心业务接口(播放、点赞)
- P95 < 200ms: 一般业务接口(评论、收藏)
- P95 < 500ms: 复杂查询接口(搜索、推荐)

(2) 页面加载时间:

首屏时间: < 1.5 秒

可交互时间: < 2 秒

完全加载: < 3 秒

(3) 视频播放:

首帧时间: < 1 秒

缓冲比率: < 1%

卡顿率: < 0.5%

5.5.3 权衡优先级

1. 架构权衡

质量属性	优先级	权衡决策	影响范围
可用性	最高(10)	采用多活架构, 牺牲部分一致性	全系统
性能	高(9)	缓存优先, 数据最终一致	核心业务
可扩展性	高(9)	微服务化, 增加运维复杂度	服务架构
安全性	高(8)	全面加密, 增加计算开销	数据传输存储
成本效益	中(7)	混合云策略, 优化资源使用	基础设施
开发效率	中(6)	标准化框架, 学习成本	开发团队
可维护性	中(6)	完善监控, 增加管理开销	运维体系

2. 具体权衡决策

决策一: 一致性与可用性的权衡

选择: 优先保证可用性, 接受最终一致性

实现:

- 核心交易数据: 强一致性(MySQL 主从同步)
- 用户行为数据: 最终一致性(消息队列异步处理)

影响: 极少数情况可能看到短暂数据不一致

决策二: 性能与成本的权衡

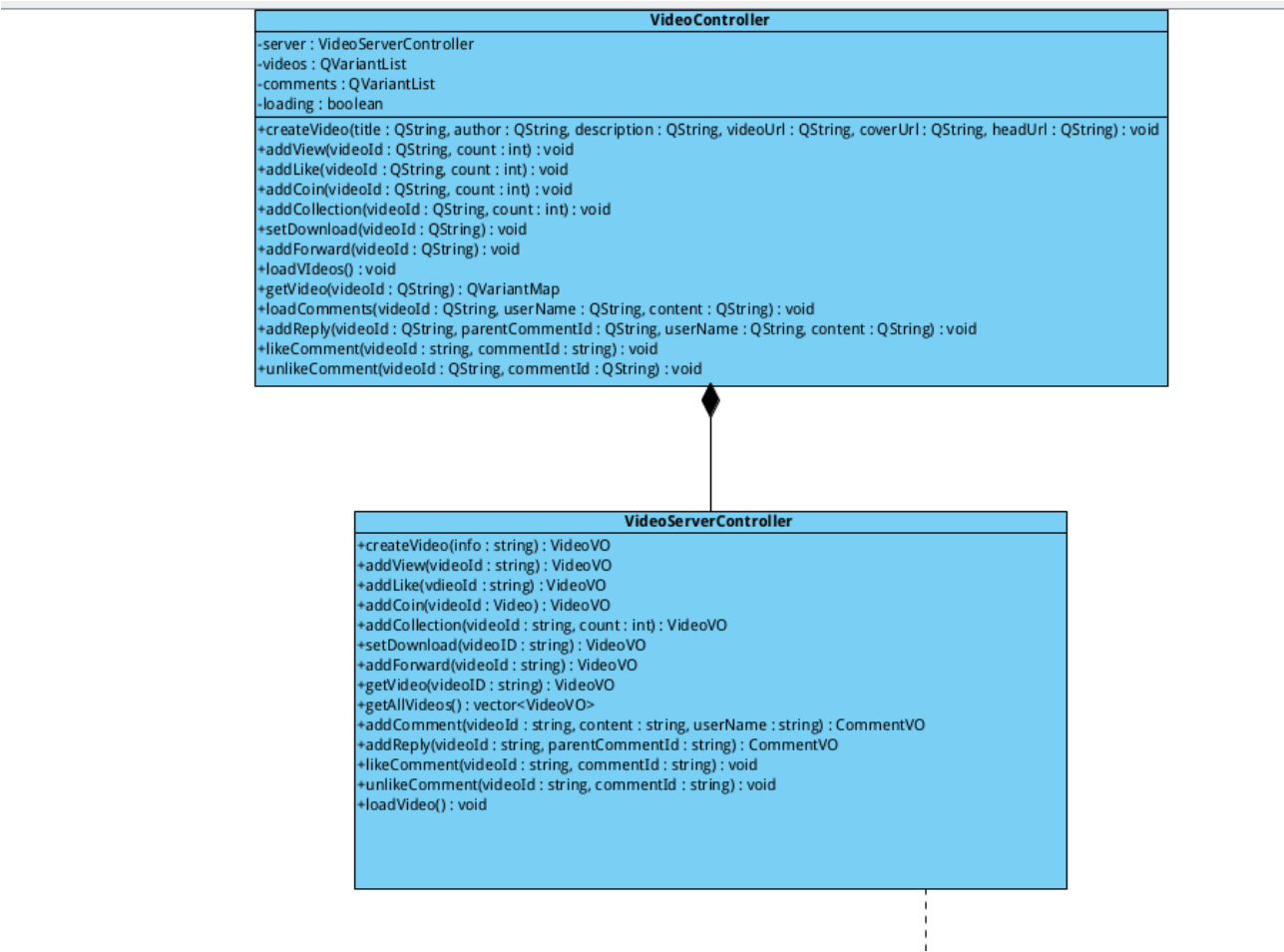
选择: 性能优先, 但通过技术优化控制成本

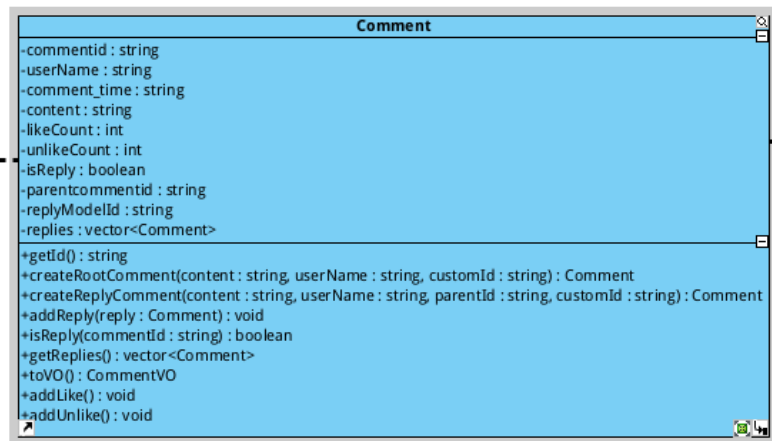
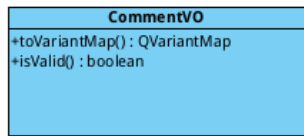
实现:

- 计算层: 使用弹性伸缩, 闲时缩容
- 存储层: 数据分级存储
- 数据库: 读写分离, 降低主库压力

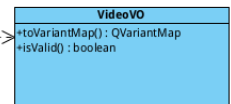
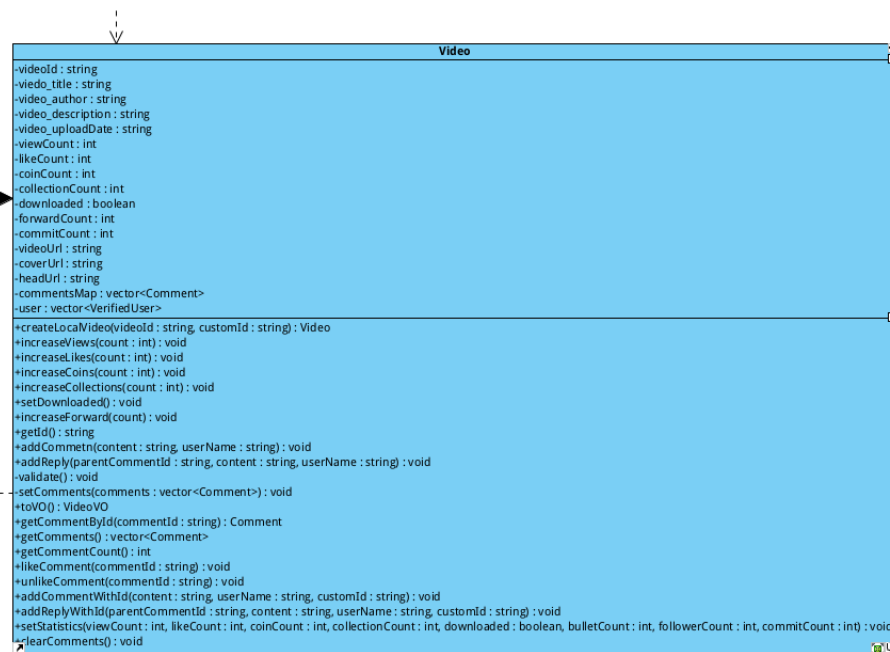
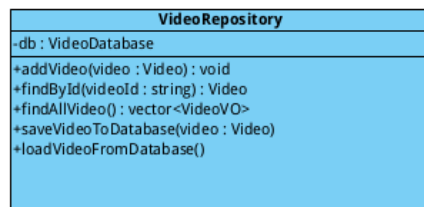
6 详细设计

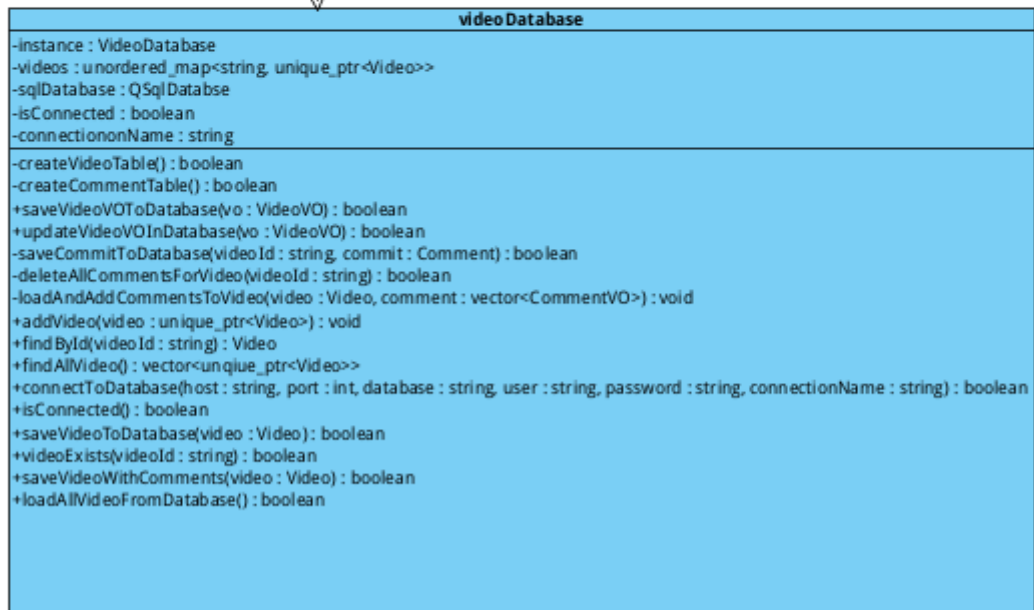
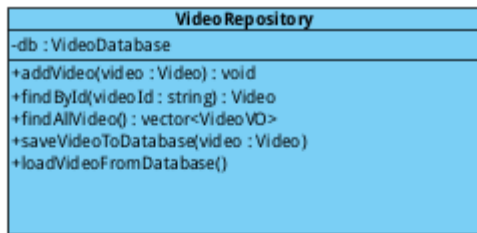
6.1. 观看视频并互动用况详细类图

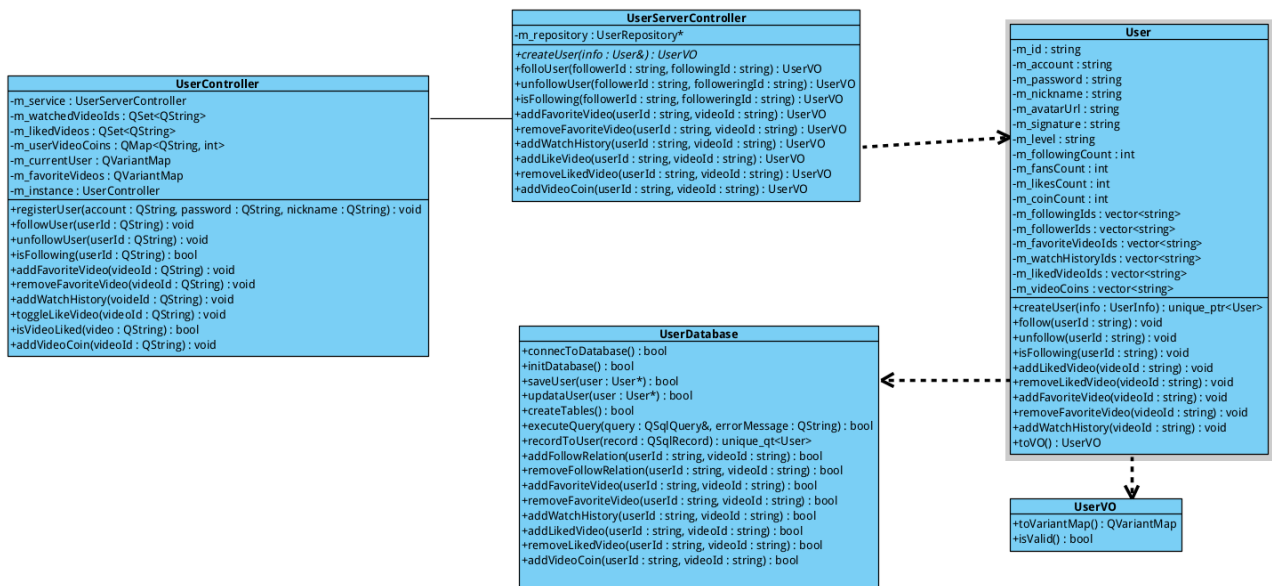




0..*







描述：根据四层架构分为：

- 1.表现层：VideoController、UserController
- 2.应用层：VideoServerController、UserServerController
- 3.领域层：Video、VideoRepository、VideoVO、Comment、CommentVO、User、UserVO
- 4.数据层：VideoDatabase、Userdatabase

表现层与前端 qml 相连，负责同步前端显示并且和后端连接，接受用户操作后会通过表现层的 controller 与应用层建立连接执行后端逻辑操作。

应用层通过协调领域层，组建领域层的对象进行业务逻辑流程。

领域层中，video、comment、user 作为核心类，执行具体的业务操作，如点赞、投币、创建视频等；videoVO、commentVO、userVO 作为数据传输，在不暴露 video 内部数据的情况下，向 qml 提供数据；VideoRepository 作为仓储层，但需要保持到数据库或者拉取数据的时候，通过该对象去获取。

数据层 VideoDatabase、Userdatabase 主要用于将数据保持到数据库，获取数据从数据库，同时支持将数据拉取后加载到本地内存中。

6.2. 软件控制策略、边界条件处理、并发性

6.2.1 软件控制策略

分层架构控制策略

6.2.1.1 表现层 (Presentation Layer):

表现层包含以下核心用户界面，共同构成完整的用户交互体验：

登陆界面:负责用户身份认证入口，支持用户名/密码与第三方账号登录，是用户访问系统个性化功能的第一道门户。

首页界面（推荐，热门，影视，搜索）:作为内容分发的核心枢纽，集成推荐视频流、热门榜单、分区导航及全局搜索功能，旨在最大化用户的内容发现效率。

上传视频界面（上传文件，上传视频封面，标题，简介）:为 UP 主提供便捷的内容发布入口，支持

视频文件与封面选择、标题与描述编辑，并展示上传进度。

视频播放界面（进度条，设置，弹幕设置，音量调节，分辨率设置，视频信息，评论区）:核心视频消费场景，提供视频播放、清晰度切换、弹幕渲染、进度控制以及点赞、评论、投币等即时互动操作面板。

消息界面（用户消息，私聊消息，朋友圈消息，系统消息）:整合系统通知、私信会话与动态流，构建用户间的沟通与信息获取渠道。

个人中心界面（个人名字，签名，历史记录，粉丝数，硬币数）:集中展示用户个人信息、创作数据（粉丝数、硬币数）、历史记录及收藏内容，是用户管理自身数字身份的主阵地。

审核界面:为审核员提供高效的内容管理工作站，以队列形式呈现待审核的视频、评论及用户报告，并附有一键通过/驳回操作。

6.2.1.2 应用层 (Application Layer):

主要服务

1. VideoService 视频服务

服务职责：作为视频内容管理的核心服务，负责视频上传、审核状态管理、元数据获取、播放控制及生命周期管理。

核心方法：

uploadVideo(videoFile, metadata): 接收视频文件与元数据（标题、描述等），验证文件格式与大小，暂存文件并触发审核流程（调用审核子系统）。

approveVideo(videoId, auditorId): 处理审核通过逻辑，更新视频状态为“已发布”，通知 UP 主（通过 MessageService），并索引视频（调用 SearchService）。

rejectVideo(videoId, reason): 处理审核驳回，记录驳回原因，通知 UP 主并允许重新编辑。

getVideoInfo(videoId): 返回视频元数据（如时长、标题、作者、播放量、互动数据），支持缓存优化。

playVideo(videoId, userId): 协调视频流传输（调用基础设施层），记录播放历史（用户行为用于推荐），更新播放计数。

updateVideoMetadata(videoId, updates): 允许 UP 主编辑视频标题、封面等，需验证权限。

deleteVideo(videoId): 软删除视频，更新状态并清理关联数据（如弹幕、评论）。

协作关系：

依赖审核子系统处理审核流程（通过事件驱动）。

与 UserService 验证 UP 主权限。

与 SearchService 同步视频索引。

通过 ResourceManagerController 管理视频文件存储。

2. UserService 用户服务

服务职责：管理用户身份认证、资料维护及社交关系（关注系统）。

核心方法：

register(username, password, profile): 验证用户名唯一性，加密存储密码，初始化用户资料（默认身份

为 VerifiedUser)。

login(credentials, authType): 支持账号密码登录。

editProfile(userId, updates): 更新用户昵称、头像等, 审计修改记录。

followUser(followerId, followeeId): 建立关注关系, 更新粉丝数, 触发消息通知 (如通过 MessageService)。

unfollowUser(followerId, followeeId): 解除关注关系, 同步更新计数。

getUserProfile(userId): 返回用户公开资料及统计信息 (如视频数、粉丝数)。

协作关系:

与 RecommendationService 共享用户行为数据 (如关注关系)。

依赖数据访问层持久化用户数据。

3. SearchService 搜索服务

服务职责: 提供视频和用户的全文搜索与结果排序。

核心方法:

searchVideos(query, filters, sortBy): 基于关键词搜索视频, 支持按分类、时长等过滤, 按相关性、热度排序。

searchUsers(query, filters): 根据昵称或简介搜索用户, 按粉丝数排序。

indexVideo(videoId, metadata): 当视频发布时, 将视频元数据加入搜索索引 (如 Elasticsearch)。

indexUser(userId, profile): 用户资料变更时更新索引。

协作关系:

依赖 RecommendationService 提供热门结果作为搜索降级策略。

与数据访问层交互获取详细数据。

4. RecommendService 推荐服务

服务职责: 生成个性化视频推荐流, 基于用户行为、内容特征及社交图谱。

核心方法:

generatePersonalizedFeed(userId, context): 综合用户历史行为 (观看、点赞)、视频标签、好友动态生成推荐列表。

updateUserPreference(userId, event): 实时处理用户互动 (如点赞、收藏), 更新用户兴趣模型。

getTrendingVideos(limit): 返回全局热门视频, 用于新用户冷启动。

refreshModel(): 定时重训练推荐模型 (离线任务)。

协作关系:

从 InteractionService 消费用户行为事件。

依赖 SearchService 进行候选视频检索。

5. MessageService 信息服务

服务职责：处理点对点私信、朋友圈动态及系统通知的收发与存储。

核心方法：

`sendPrivateMessage(senderId, receiverId, content)`：验证双方关系（如是否互关），存储消息并实时推送（WebSocket）。

`getMessageThread(user1Id, user2Id)`：返回私信会话历史。

`postFriendCircleMessage(userId, content, visibility)`：发布动态，应用可见性规则（如仅好友可见），触发好友通知。

`likeMessage(messageId, userId)`：处理动态点赞，更新计数。

`sendSystemNotification(userId, template, data)`：发送系统消息（如审核结果），支持模板化内容。

协作关系：

与 `UserService` 校验用户关系。

依赖基础设施层实现实时推送。

6. InteractionService 互动服务

服务职责：统一处理用户对视频的轻量级互动（点赞、收藏、分享、投币）。

核心方法：

`likeVideo(userId, videoId)`：记录点赞，更新视频点赞数，防止重复操作。

`collectVideo(userId, videoId)`：添加视频到用户收藏夹。

`shareVideo(userId, videoId, platform)`：生成分享链接，记录分享统计。

`coinVideo(userId, videoId, amount)`：验证用户硬币余额，扣减并更新视频投币数，通知 UP 主。

`downloadVideo(userId, videoId)`：验证下载权限（如大会员限制），生成临时下载链接。

协作关系：

与 `UserService` 校验用户状态（如封禁判断）。

与 `VideoService` 同步更新视频互动计数。

7. BarrageService 弹幕服务

服务职责：管理视频弹幕的实时发送、渲染与过滤。

核心方法：

`sendBarrage(userId, videoId, content, timestamp)`：验证弹幕内容（长度、敏感词），存储弹幕并广播给当前观看者。

`getBarrages(videoId, startTime, endTime)`：根据时间戳范围获取弹幕列表。

`deleteBarrage(barrageId, operatorId)`：用户删除自有弹幕或管理员删除违规弹幕。

`likeBarrage(userId, barrageId)`：记录弹幕点赞，更新热度。

协作关系：

依赖审核子系统进行弹幕内容过滤（前置检查）。

通过实时消息服务推送弹幕。

8. CommentService 评论服务

服务职责：管理视频评论的发布、审核、互动及树形结构维护。

核心方法：

`addComment(userId, videoId, content, parentId)`：发布评论或回复，初筛敏感词后触发审核，维护评论树结构。

`deleteComment(commentId, operatorId)`：软删除评论，支持用户自主删除或管理员操作。

`likeComment(userId, commentId)`：处理评论点赞，更新点赞数。

`getComments(videoId, page, sort)`：获取评论列表，支持按时间或热度排序。

`approveComment(commentId)`：审核通过后显示评论。

协作关系：

与审核子系统集成进行内容审核（后置审核）。

与 `MessageService` 联动发送回复通知。

控制器类

1. ManagerUserController

职责：管理用户生命周期（注册、登录、资料编辑），对应用例“成为正式用户”（3.4.1.2）。

协调流程：

`UserService.register()`验证信息 → 创建账户 → 返回结果。

`UserService.login()`验证 → 返回令牌。

异常处理：捕获用户名已存在等，返回友好错误（如“用户名已存在”）。

2. VideoController

职责：处理视频播放、互动及信息查询，对应用例“观看视频”（3.4.1.1）和“观看并互动视频”（3.4.2.1）。

协调流程：

`VideoService.getVideoInfo()`获取元数据 → 调用 `VideoService.playVideo()`返回流。

`InteractionService.likeVideo()`更新数据。

3. VideoSendController

职责：专处理视频上传流程，与 `VideoController` 互补，对应用例“发布视频”（3.4.3.1）。

协调流程：接收上传请求 → 调用 `VideoService.uploadVideo()`验证文件 → 提交审核队列。

4. CommentController

职责：管理评论操作，对应用例中的评论互动（3.4.2.1）。

协调流程：接收评论请求 → 调用 `CommentService.addComment()`校验内容 → 触发审核。

5. PrivateMessageController

职责：处理私信发送/接收，对应用例“与其他正式用户交流”（3.4.2.2）。

协调流程：接收私信 → 调用 `MessageService.sendPrivateMessage()`→ 校验接收者状态。

6. FriendCircleController

职责：管理朋友圈动态发布/互动，对应用例动态分享（3.4.2.2）。

协调流程：接收动态请求 → 调用 MessageService.postFriendCircleMessage()应用可见性规则。

7. ResourceManagerController

职责：管理系统资源（如文件存储、缓存），作为与基础设施层的桥梁。

协调流程：处理存储分配 → 调用外部云存储 API。

8. PerformanceAnalysisController

职责：监控系统性能，对应用例“分析系统性能”（3.4.5.1）。

协调流程：定时收集指标 → 生成报告 → 触发警报（如响应时间超标）。

9. AlertManagementController

职责：处理系统警报，对应用例“更新系统”（3.4.5.2）。

协调流程：接收警报 → 调用 PerformanceAnalysisController 定位问题 → 通知管理员。

6.2.1.3 领域层 (Domain Layer):

实体：VerifiedUser

说明：作为系统中最核心的实体之一，代表了一个唯一的参与者。

值对象：userId（唯一标识），userName，identity（角色标识），Comment（评论对象），Video（视频对象），password（密码），nickname（别名），watchHistory（观看历史）

行为：1.sendPrivateMessage（）：发送私信

2.publicFriendCircle（）：发布朋友圈

实体：Visitor

说明：该实体功能大部分和 VerifiedUser 相同，但是没有评论和交流功能，只有观看视频与注册功能

值对象：userId（唯一标识）

行为：1.initiateRegisterRequest（）：注册请求

实体：Auditor

说明：审核员主要是审核视频内容是否合法，主要用于批准或者驳回 up 主上传的视频操作

值对象：auditorId（审核员 id），unreviewedVideoList（未审查的视频列表），unreviewedCommentList（未审查的评论列表），unreviewedUserList（未处理的用户列表），reviewedVideoList（处理后的视频列表），reviewedCommentList（处理后的评论列表），reviewedUserList（处理后的用户列表），password（密码）

行为：1.reviewVideo（）：审核视频

2.reviewComment（）：审核评论

3.reviewUser（）：审核用户

实体：Video

说明：代表平台上的一个视频内容单元，是业务的核心资产。

值对象：videoId（唯一标识）、title（标题）、description（简介）、status（状态，如审核中/已发布）、fileInfo（文件信息）、updateTime（更新时间）、authorId（作者 ID）

子实体：Comment

行为：1.publish（）执行视频发布的核心领域逻辑，包括状态校验、初始化互动数据等。

2.play（）执行播放视频的逻辑操作，包括获取视频信息等。

3.addComment（）执行添加评论的信号发送，发送给 Comment 进行具体的业务逻辑。

4.addView(),addLike(), addCoin(), addForward(): 处理相应互动操作的业务逻辑。

5.approve()处理视频审核通过状态变迁及相关逻辑。

6.reject()处理视频审核驳回状态变迁及相关逻辑。

实体：Comment

说明：代表对视频的用户评论，一个视频中有多条评论。

值对象：commentId（评论唯一 id）、commentContent（评论内容）、commentLike（该评论点赞数）、commentParent（父评论 id）、videoId（视频 id）、status（评论状态）

父实体：Video

行为：1.addComment（）处理评论的创建，包含内容合规性初筛。

2.deleteComment（）处理评论的删除。

3.likeComment（）处理评论点赞的逻辑。

4.reply（）处理回复评论的逻辑。

实体：UpUser 主

说明：Up 主实体代表平台的内容创作者，是 VerifiedUser 在扮演创作者角色时的特化，拥有其特有的属性和行为。

值对象：upUserId（与 VerifiedUser.userId 一致或关联），upUserName（用户名字），upUserRole（up 主状态）

1.行为：1.editVideo（）：编辑视频。

2.manageCommit（）：编辑评论，可以删除评论。

3.openVideoManagement（）：打开视频编辑功能。

实体：FriendCircle（用户动态）

说明：代表用户发布的非视频类动态信息，是构建社区氛围、增强用户间连接的核心实体。类似于微博、朋友圈概念，用于分享图文、状态、转发视频等，形成用户的主页信息流。

设计决策：将动态设计为独立的聚合根，而非 User 实体的直接属性。这是因为动态有自身的生命周期（发布、互动、删除）、复杂的可见性规则（公开、粉丝可见、仅自己可见）以及独立的互动数据（点赞、评论）。此设计遵循高内聚原则，将动态相关的业务逻辑封装在 FriendCircle 聚合内，避免 User 实体过度膨胀。

值对象：postId（朋友圈 id），content（内容），postTime（朋友圈创建时间）

行为：1.checkFriendCircle（）：审核朋友圈

2.getAllFriendCircleHistory（）：获取朋友圈历史

实体：PrivateMessage（私信）

说明：代表两个用户之间的私人一对一对话消息，是用户间直接沟通的载体。该实体管理一次私信会话中的多条消息。

设计决策：将一次私信会话抽象为 PrivateMessage 实体，其内容包含按时间顺序排列的消息项。这种设计将会话作为一个整体管理，便于显示对话历史、管理会话状态（如已读/未读）。另一种设计是为每条消息创建一个实体，但当前设计更侧重于会话的管理。

值对象：message（消息），content（内容），sendTime（发送时间）

行为：1.savePrivateMessageHistory（）：保持私信历史记录

2.getPrivateMessageHistory（）：获取私信历史记录

3.getPrivateMessage（）：获取私信消息

实体：alert

值对象：targetId（目标 id），targetType（目标类型），operator（操作员），content（内容），resolved（是否解决），timestamp（时间戳）

行为：getStatusInfo（）：获取当前系统状态信息

实体：sysadmin

说明：系统管理员主要用于维持系统的正常运行

值对象：sysadminId（管理员 id），sysadminpermissionlevel（权限级别）

行为：1.identityVerification（）：身份验证

2.permissionCheck（）：权限查询

实体：UpdateLog

说明：记录每一次系统更新操作（包括部署、回滚）的详细审计信息。提供可追溯性，用于排查更新相关问题、分析更新频率和成功率。

值对象：logId（日志唯一标识），updateTime（更新的数据），status（状态），detail（详细信息）

行为：1.getLog（）：获取更新情况

2.recordLog（）：恢复更新

实体：SystemBackup

说明：该实体主要用于备份系统信息，或者回溯

值对象：backUpId（备份 id），backupTime（备份时间），backSize（备份大小）

行为：1.createBackup（）：创建备份

2.restoreBackup（）：恢复备份

实体：UpdatePackage

说明：UpdatePackage 主要用于更新该系统

值对象：packageId（包 id），version（版本），signature（签名）

行为：verifySignature（）：验证签名

实体：PerformanceMetric

说明：代表在特定时间点捕获的系统某一方面性能的量化测量值（如 CPU 使用率、内存占用、请求响应时间、并发用户数）。是监控系统健康状况和进行容量规划的基础。

值对象：type（类型），timestamp（时间戳），threshold（阈值）

行为：1.getFormattedValue（）：获取当前系统指标

2.isWithinThreshold（）：获取阈值

3.changeThreshold（）：改变阈值

实体：ServerResource（服务器资源）

说明：代表一台物理服务器、虚拟机或容器实例的资源配置与实时状态。是基础设施即代码（IaC）理念在领域模型中的体现，用于统一管理计算资源。

值对象：resourceId（资源唯一标识，如 IP 或主机名）、resourceType（资源类型，如 PHYSICAL/VM/DOCKER）、specification（资源配置，如 CPU 核心数、内存大小、磁盘空间）、status（当前状态）、ipAddress（IP 地址）、location（物理位置或机房信息）。

行为：allocate(): 标记资源为已分配状态，通常在部署服务时调用。

decommission(): 标记资源为已下线或停用状态，并启动资源清理流程。

领域服务

说明：不属于任何一个实体，其操作是封装的，无状态的。

UserAuthenticationService（用户认证服务）：封装复杂的用户登录认证逻辑，涉及密码验证、第三方令牌校验等。

RecommendationService（推荐服务）：封装基于用户行为、视频内容、社交关系等生成个性化视频流的核心推荐算法。此逻辑涉及多个实体。

SearchService（搜索服务）：封装复杂的搜索逻辑，如分词、权重计算等。

6.2.1.4 数据访问层

职责：负责与数据进行通信，数据库操作，对象关系映射，数据映射，数据持久化

数据通信

- 1.将对象的数据放到数据库表中
- 2.将数据库中的数据在对象之间传输使用，并同步更新数据到内存

数据操作封装

- 1.简单封装增删查改操作。
- 2.封装复杂的查询，如弹幕列表，评论列表等

对象关系映射

- 1.将内存中的对象转换成表中对应的数据
- 2.映射对象之间的关系到数据库表关联
- 3.例子：将正式用户的一个具体对象转换成数据库正式用户表中的一个具体的表项;关注关系（多对多），用户发布视频的关系（一对多）

数据映射

- 1.将数据库表查询结果转换成具体对象。
- 2.例子：正式用户的一个表项转换成一个具体的正式用户对象

数据一致性

- 1.并发控制，对数据冲突可采用饥饿锁
- 2.采用事务管理确保数据操作的原子性、一致性。
- 3.例子：用户投币时，确保硬币数量在并发情况下准确扣减；视频播放数，历史记录，三连数的并发更新；

6.2.2 边界条件处理

[1]业务边界条件

业务场景	边界条件	处理策略
用户注册	手机号/邮箱重复	数据库唯一索引
视频发布	审核中状态并发修改	状态验证
弹幕发送	发送频率限制	限流
评论删除	级联删除权限验证	异步清理

6.2.3 并发性处理设计

(1)核心设计原则

- UI响应优先：所有网络操作异步执行，不阻塞主线程数据最终一致性：
- 点赞、播放量等统计允许短暂不一致
- 资源池管理：数据库连接、网络请求复用
- 优雅降级：网络异常时提供合理备选方案

(2)并发处理策略：

- 请求防抖：搜索功能 500ms 延迟触发
- 分页加载：避免一次性加载过多数据
- 图片懒加载：封面图滚动到可视区域时加载
- 请求取消：离开页面时取消未完成请求

(3)并发保护机制：

- 前端防重复点击：按钮点击后立即禁用，等待响应
- 后端乐观锁：数据库使用 version 字段控制并发更新
- 本地状态优先：操作后立即更新 UI，再同步到服务器
- 操作队列：网络差时操作入队，网络恢复后执行

(4)数据库并发策略：

- 读写分离：主库处理写，从库处理读（可通过配置实现）
- 连接池：复用数据库连接，避免频繁创建销毁
- 事务优化：短事务，尽快释放锁
- 批量操作：批量插入/更新，减少 IO 次数

(5)内存管理策略：

- 单例模式：确保全局状态一致性
- 对象池：复用频繁创建的对象
- 缓存策略：热点数据内存缓存
- 弱引用：避免循环引用导致内存泄漏

6.3. 用况转化输入输出

6.3.1 1.观看视频与互动

用户在前端主界面点击视频后进入视频，前端 qml 通过控制 VideoController 类与后端进行交互。

观看视频：

用户进入主页面之后，VideoController 类通知 VideoServerController 类调用 loadVideo 类去获取视频对象，应用层的 VideoServerController 类通知 Video 类，Video 调用 VideoRepository 类的获取视频方法，最终通过数据层获取视频对象并加载到首页。

注册：

用户进入程序，点击“我的”或者“头像”，系统弹出登陆界面（Login.qml），在该界面下方点击注册按钮，页面切换到注册页面，在账号栏输入账号（要求该账户在数据库中没有），在昵称栏输入昵称（没有要求）在密码栏输入密码（没有要求），点击注册按钮，UserController: registerUser 将 user 的存到数据库中。

1.表现层 UserController 类获取用户输入的账号，昵称，密码，然后执行 registerUser 操作，将用户的信息（账号{该账号不存在}，昵称，密码）存到数据库中

2.应用层 UserServerController 类执行 createUser 业务操作

3.领域层 User 执行 createUser 操作

4.数据层 Userdatabase 执行 connectToDatabase、creatTables 创建用户表

登陆:

用户点击登陆按钮, 调用 `UserController: registerUser` 根据数据库用户信息判断账号是否存在和密码是否和账号匹配, 如果登陆成功, 登陆界面消失, 反之显示登陆不成功。

1.表现层 `UserController` 调用 `login` 操作获取账号和密码

2.应用层 `UserServerController` 执行 `login` 操作通过数据库查看账号和密码的追求行, 然后将用户信息转换成 `user` 对象。

3.领域层 `User` 执行 `createUser` 操作, 创建 `user` 对象

4.数据层 `UserDatabase` 验证用户账号和密码

点赞:

用户在视频界面点击灰色爱心按钮, `UserController: toggleLikeVideo` 首先在本地将该用户和该视频的点赞关系存好, 在调用 `videoController: addlike` 增加该视频的点赞数, 最后将点赞关系存到数据库中。爱心按钮变成红色。再次点击按钮又变成灰色爱心 (逻辑与与点赞一样)

1.表现层 `UserController` 调用 `toggleLikeVideo` 函数

2.应用层 `UserServerController` 执行 `toggleLikeVideo` 函数, 检查用户是否登陆, 如果已经点赞, 调用 `removeLikedVideo` 函数, 如果还没点赞, 调用 `addLikedVideo` 函数, 最后将点赞关系在数据库中更新。

3.领域层 `User` 执行 `removeLikedVideo`, `addLikedVideo`

4.数据层 `Userdatabase` 执行 `connectToDatabase`、`creatTables` 创建点赞视频关系表, 并执行 `addLikedVideo` 和 `removeLikedVideo` 更新表项。

收藏:

用户在视频界面点击黄色离散星按钮, `UserController: addFavoriteVideo` 首先在本地将该用户和该视频的收藏关系存好, 在调用 `videoController: addCollection` 增加该视频的收藏数, 最后将收藏关系存到数据库中。按钮变成黄色星。(取消收藏与收藏逻辑一样)

1.表现层 `UserController` 调用函数 `addFavoriteVideo`

2.应用层 `UserServerController` 执行 `addFavoriteVideo` 函数, 检查用户是否登陆, 如果已经收藏, 调用 `User: removeFavoriteVideo` 函数, 如果还没收藏, 调用 `User: addFavoriteVideo` 函数, 最后将收藏关系在数据库中更新。

3.领域层 `User` 执行 `removeFavoriteVideo`, `addFavoriteVideo`

4.数据层 `Userdatabase` 执行 `connectToDatabase`、`creatTables` 创建收藏视频关系表, 并执行 `addFavoriteVideo` 和 `removeFavoriteVideo` 更新表项。

投币:

用户在视频界面点击黄色金币按钮, `UserController: aaddVideoCoin` 首先在本地将该用户和该视频的投币关系存好, 在调用 `videoController: addCoin` 增加该视频的投币数, 最后将投币关系存到数据库中。

1.表现层 `UserController` 调用函数 `addVideoCoin`

2.应用层 `UserServerController` 执行 `addVideoCoin` 函数, 检查用户是否登陆, 调用 `User: addVideoCoin`

函数，最后将投币关系在数据库中更新。

3.领域层 User 执行 addVideoCoin

4.数据层 Userdatabase 执行 connectToDatabase、creatTables 创建投币视频关系表，并执行 addVideoCoin 更新表项。

当用户在视频页面点击点赞操作后（投币、收藏等操作类似），

1.表现层 VideoController 类获取视频 id 参数，然后调用应用层的 VideoServerController 类执行 addLike 函数

2.应用层的 VideoServerController 类进行 addLike 业务操作：

VideoServerController 类首先通过领域层的 VideoRepository 类去找对应的视频对象是否存在，如果找到对应的视频，那么视频通知视频对象执行 increaseLike 操作，同时启动线程通知 VideoRepository 类将视频数据传到数据库中。

3.领域层的 VideoRepository 类作为仓储，通知数据层获取视频对象 findById，然后返回给应用层。同时领域层的 Video 类作为业务核心类操作获取的视频对象，执行点赞的业务操作。，判断参数是否正确，将点赞数增加。

4.数据层的 VideoData 类通过连接数据库，创建表，将更新的视频数据上传到数据库。

用户评论：

1.用户发送评论，表现层的 VideoController 类获取视频 id、用户名字、内容然后调用应用层 VideoServerController 类。

2.应用层首先通知领域层的仓储 VideoRepository 类获取对应的视频，然后通知 Video 执行添加评论的业务操作，添加后通知仓储创建线程执行数据保存。

3.领域层的 Video 获取参数后通知 Comment 类进行添加评论的操作。Comment 类执行构造函数，创建一个评论对象，然后存储在 Video 的成员中。

4.数据层更新 Video 的数据，因为 Comment 在 Video 类中，所以只需要更新 Video 即可。

用户回复：

1.用户选择对应的评论添加回复，表现层的 VideoController 类获取父评论的 id、用户名字、内容，调用应用层执行业务流程。

2.应用层获取视频对象，通知视频对象执行添加回复的操作，然后启动线程保存数据到数据库。

3.领域层 Video 通知 Comment 类执行添加回复操作，Comment 执行另一个构造函数创建回复对象，同时视频类获取自身的所有评论，找到对应评论添加回复。

4.数据层更新 Video 的数据。

后记

参考文献

- [1] YOUNG.RSS 是什么? [EB/OL]. <http://jingpin.org/what-is-rss/>.
- [2] 杨博, 彭博.RSS 提要分析与阅读器设计[R].成都: 四川大学计算机学院, 2007: 42-43.
- [3] 逸出络然.RSS 技术的原理[EB/OL].<http://yclran.blog.163.com/blog/static/979454962009111034111558/>.
- [4] 佚名.Qt 是什么[EB/OL]. <http://qt.nokia.com/title-cn>.
- [5] 佚名.Model/View Programming[EB/OL]. <http://doc.trolltech.com/4.6/model-view-programming.html>.
- [6] [加拿大]Jasmin Blanchette[英]Mark Summerfield 著 闫锋欣,曾泉人,张志强译.
- [7] C++ GUI Qt4 编程 (第二版) [M].电子工业出版社: 2008:182-206,291-305.
- [8] 佚名.XML Processing[EB/OL]. <http://doc.trolltech.com/4.6/xml-processing.html>.
- [9] Michael Blala James Rumbangh 著.UML 面向对象建模与设计 (第 2 版) [M].北京: 人民邮电出版社,2006:136-235.
- [10] 胡海静,王育平,等. XML 技术精粹[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001:17-19.